



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA I EDIFICACIÓ

TREBALL DE FI DE GRAU

DIAGNOSI I PROPOSTA DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI DE VIVENDES A BARCELONA

Projectista/es: Marta Grau Solanot

Director/s: Inmaculada Rodriguez Cantalapiedra

Convocatòria: Juny / Juliol 2016

RESUM

En el següent treball fi de grau, s'ha fet un estudi i una proposta de rehabilitació energètica en un edifici d'habitatges situat en el barri de Sants de la ciutat de Barcelona. Es tracta d'un edifici antic amb diverses carències d'eficiència energètica. Amb aquest tipus de rehabilitació es pretén obtenir un major confort dels inquilins del edifici amb un menor consum d'energies, tant per disminuir el cost de les factures com per reduir les emissions de CO₂.

Per fer la proposta, s'ha fet en un primer lloc un diagnosi de l'estat actual de l'edifici. Amb l'ajuda del CE3X, s'analitzen els factors decisius en la pèrdua o el guany de temperatura. Un cop decidit a on s'actuarà, es fa també un balanç econòmic de totes les propostes, per saber la seva rendibilitat i la inversió que s'haurà de fer per dur-les a terme.

En un segon pas, es fan supòsits amb diverses combinacions de propostes, a fi de trobar aquella que sigui més eficient, tant energèticament com econòmicament. Al fer aquest apart no m'he volgut limitar a dir les reformes que s'han de fer en un edifici per aconseguir que sigui eficient, sinó que he volgut afegir-hi també la variant econòmica, on la millor proposta es aquella on es rendibilitzen les dos variants.

Els supòsits mencionats abasten l'envoltant de l'edifici, coberta i façanes, les obertures i finalment la instal·lació d'aigua calenta sanitària.

ÍNDEX

RESUM	1
1. INTRODUCCIÓ.	5
2. AIXECAMENT DE DADES I ESTUDI DE L'ESTAT ACTUAL.	6
2.1 Situació i emplaçament	6
2.2 Estat actual.....	8
2.2.1 Plànols	8
2.2.2 Anàlisi constructiu.....	12
2.3 Avaluació Energètica.....	15
3. PROPOSTES D'INTERVENCIÓ.....	21
3.1 L'envoltant de l'edifici. Façanes.....	21
3.1.1 Descripció de la proposta.....	21
3.1.2 Sistemes de col·locació.....	22
3.1.3 Millora energètica.....	23
3.1.4 Pressupost de la millora.....	25
3.2 L'envoltant de l'edifici. La coberta.....	27
3.2.1 Descripció de la proposta	27
3.2.2 Sistemes de col·locació.....	28
3.2.3 Millora energètica	28
3.2.4 Pressupost	30
3.3 Les obertures. El vidre i les fusteries	31
3.3.1 Descripció de la proposta.....	31
3.3.2 Sistemes de col·locació.....	31
3.3.3 Millora energètica.....	32
3.3.4 Pressupost.....	33
3.4 La instal·lació d'aigua calenta sanitària. Substitució de calderes.....	37
3.4.1 Descripció proposta.....	37
3.4.2 Sistemes de col·locació.....	37
3.4.3 Millora energètica.....	38
3.4.4 Pressupost.....	39
4. COMPARATIVES I BALANÇ ECONÒMIC.....	41
4.1 Proposta 1. Implantació SATE i aïllament en coberta.....	41
4.2 Proposta 2. Substitució d'obertures, SATE i aïllament en coberta.....	43
4.3 Proposta 3. Totes les propostes alhora.....	45
4.4 Proposta 4. Substitució de calderes, SATE i aïllament en coberta.....	47

5.	CONCLUSIONS	50
6.	BIBLIOGRAFIA.....	51
7.	AGRAÏMENTS	52
8.	ANNEXOS	53
8.1	ANNEX 1 : Plànols estat actual.....	53
8.2	ANNEX 2 : Informe Certificació energètica estat actual.	59
8.3	ANNEX 3. Certificats energètics post-reformes.....	66

1. INTRODUCCIÓ.

Per fer el següent treball de fi de grau, més aviat que agafar un cas teòric he decidit enfocar el treball com un projecte real d'una rehabilitació de vivendes. Per tant inicialment es farà un estudi de l'estat actual de l'edifici que s'estudiarà, definint totes les seves principals característiques, com poden ser l'envoltant, façanes i coberta. Les obertures que té i les instal·lacions. Un cop trobades les seves deficiències es proposarà una manera de millorar-les per maximitzar l'eficiència del conjunt.

La finca estudiada es un edifici sencer, propietat d'una família que data del 1870 i on hi trobem diversos pisos de lloguer. Es tracta d'un immoble antic, amb deficiències clares tot i que amb una estructura i una coberta que resisteixen el pas del temps i sense cap protecció de patrimoni en concret. Situat al barri de sant, destaca per la seva poca alçada en comparació als blocs que s'hi ha construït al voltant.

2. AIXECAMENT DE DADES I ESTUDI DE L'ESTAT ACTUAL.

2.1 Situació i emplaçament

L'edifici estudiat està situat a Barcelona al barri de Sants. Es un edifici que data de l'any 1870. Construït en una cantonada, disposa de dues façanes que gaudeixen de llum natural, tot i que per l'alçada dels edificis del voltant no hi arriba tampoc una gran incidència solar.

Es un petit edifici de tres plantes, residencial on hi trobem un total de 13 vivendes repartides en les diverses plantes (com s'aprecia a la figura 2.1).

En planta baixa hi trobem locals comercials, i tot seguit una planta altell, dedicada en teoria a l'emmagatzematge per els locals. Als locals comercials s'hi accedeix directament per la seva porta d'accés, de manera que queden completament independents a la resta d'habitatges. Si entrem per la porta principal de l'edifici accedim a la caixa d'escala, únic mitjà per pujar ja que la finca no disposa d'ascensor. Tot seguit trobem les vivendes esmentades avanç, un total de 13 de mides bastant reduïdes.

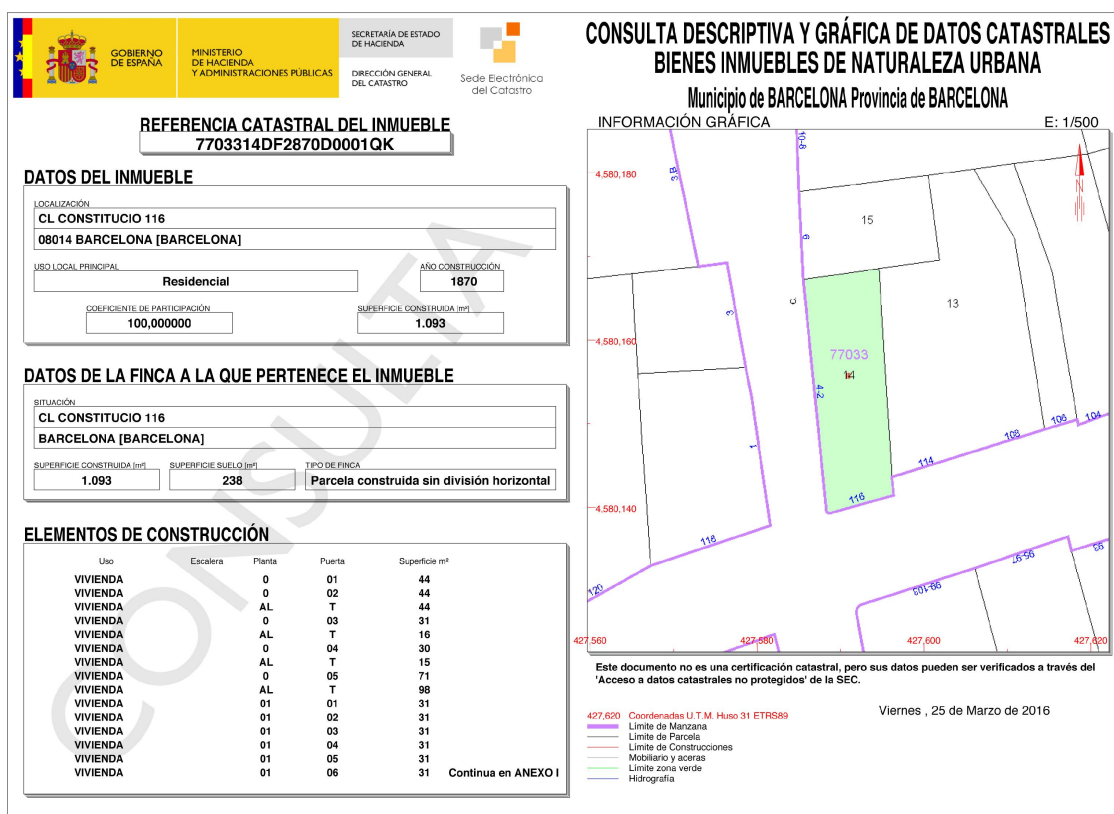


Fig. 2.1. Emplaçament i cadastre.
Dades de la Sede Electrónica del Catastro.

Climatologia.

Tenint en compte que em dispo a fer una rehabilitació energètica, i que tindrè en compte diversos factors externs, he cregut oportú dedicar un petit apartat a l'estudi de la climatologia de Barcelona. És evident, que depèn de la regió on es faci l'estudi els resultat de l'anàlisi i inclús les mesures de millora podran canviar.

Per tant he agafat les dades del servei meteorològic de Catalunya per tenir una idea de les temperatures mitjanes així com la pluviometria a la ciutat de Barcelona.

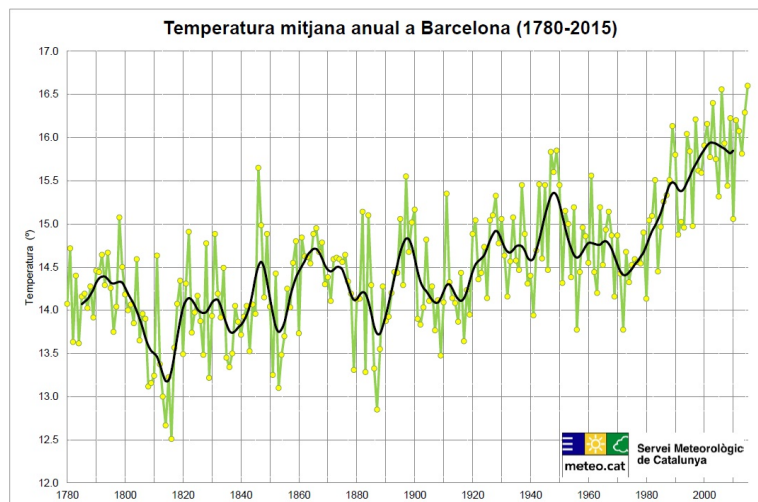


Fig. 2.2. Mitjana de temperatura.

(font: www.meteocat.cat)

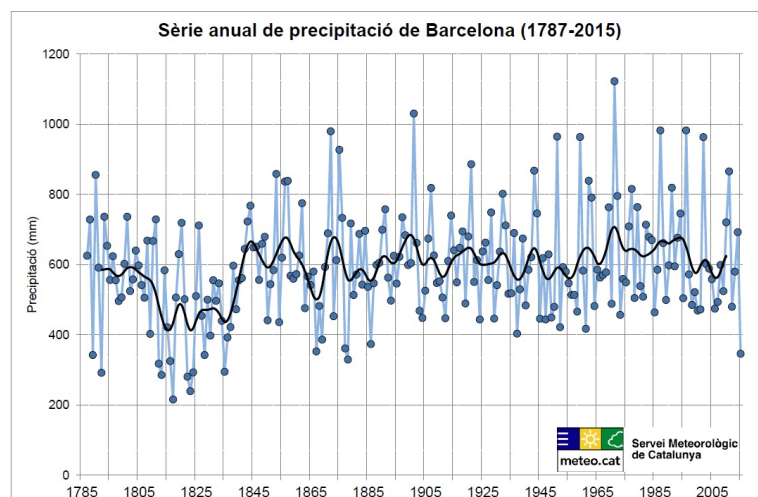


Fig. 2.3. Mitjana de pluviometria.

(font: www.meteocat.cat)

Amb l'ajuda dels gràfics adjuntats, veiem que el clima de Barcelona no es ni extrem ni agressiu, amb una mitjana anual entre 14° i 16° des del 1780, veiem que hi ha una clara tendència a l'alça degut segurament al canvi climàtic, de totes maneres no son temperatures extremes. No hi ha tampoc un salt tèrmic molt pronunciat entre les estacions, sinó que es registren unes diferències d'uns 30° entre l'hivern i l'estiu. De la mateixa manera es considera Catalunya una comunitat més aviat seca sobretot a l'hivern, per la seva posició geogràfica. Amb una mitjana anual de precipitació que oscil·la entre els 400 i 600mm.

Del recull de les dades climatològiques en podem treure una conclusió positiva, tenint en compte que la temperatura de confort ronda els 21-23° i que la nostra ciutat té unes temperatures suaus, no necessitem superar un salt tèrmic massa gran per arribar a la temperatura de confort.

2.2 Estat actual.

2.2.1 Plànols

(Tots els plànols de l'estat actual de l'edifici es troben al **Annex 1**, els croquis que s'adjunten a continuació tenen un caràcter informatiu, només per indicar les zones de l'edifici)

Per facilitar l'explicació de l'edifici, he decidit numerar les façanes i les parts estudiades, els plànols que es veuen a continuació són d'una de les plantes de vivendes on he especificat on es troba cada element.

En els següents esquemes s'explica detalladament cada element.

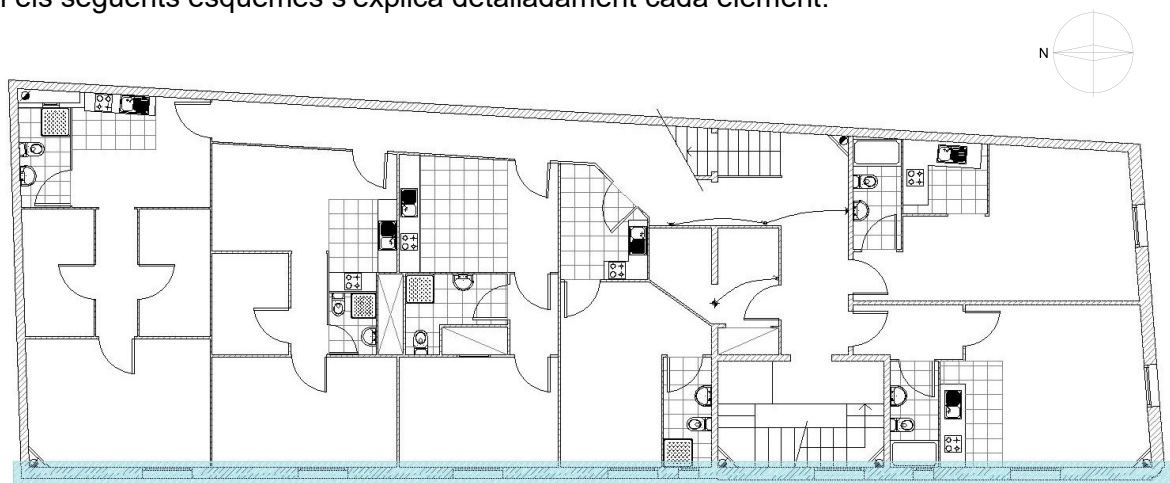


Fig. 2.1 Planta tipus, amb façana principal.

Croquis sense escala.

Façana 1.

Tal i com es veu a la figura 2.1, aquesta es la façana principal del nostre edifici, la més gran i que te una orientació al Oest. És també la que te un major nombre d'obertures. Des d'un primer moment ja podem pensar que no tindrem problemes d'efecte hivernacle o d'acumulació de calor, ja que l'edifici està rodejat per edificacions amb una major alçada i on tenim el major nombre d'obertures, on és més probable que tinguem un efecte hivernacle, es una façana situada al Oest.

Aquesta façana té una àrea total $317,97\text{m}^2$, i una superfície d'obertures de $67,8\text{m}^2$ el que ens faria una proporció de un 21,36% d'obertures.

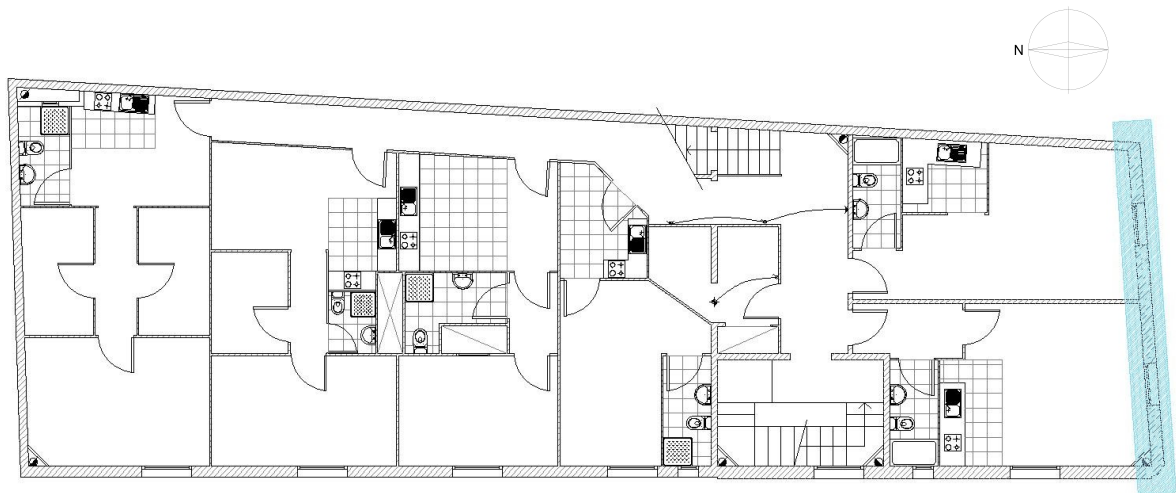


Fig. 2.2. Planta tipus, amb façana secundària.

Croquis sense escala.

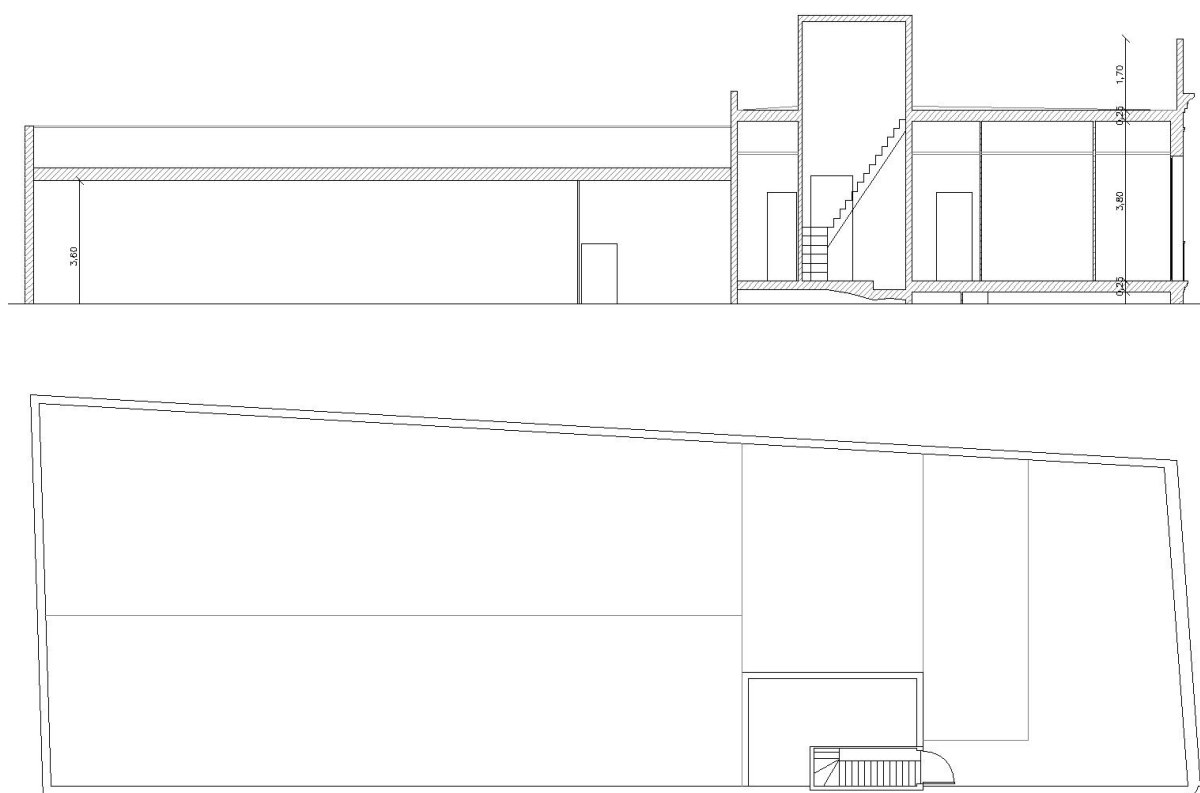
Façana 2.

Com el seu nom indica, i com apreciem a la figura 2.2, es la façana secundària de l'edifici ja que és la més petita de mida, aquesta està orientada completament al Sud i lògicament per les seves dimensions mes reduïdes, té menys obertures.

Al ser la façana que dóna al Sud, es en principi i en teoria la que rep més incidència solar. Això ens pot beneficiar o perjudicar, ja que a l'hivern la incidència solar ens ajuda a combatre la demanda de calefacció però a l'estiu pot provocar l'efecte hivernacle. Per veure en quin dels dos

casos ens trobem realitzem l'estudi de demanda energètica amb el CE3X; per veure si al final s'hauran de posar proteccions solars, o al contrari ja ens interessarà que el sol penetri a l'edifici. Amb una àrea total de $116,00\text{m}^2$, hi trobem una superfície d'obertures de $10,50\text{m}^2$ el que ens dona una proporció de un 9,05%.

Com ja havíem dit tot i tenir unes dimensions més reduïdes que la façana principal, el seu percentatge d'obertures també es molt menor, cosa que ens fa pensar que segurament no hi trobarem problemes d'efecte hivernacle, sinó tot el contrari, ja que la principal façana per rebre calor solar és aquesta.



***Fig. 2.3.** Planta coberta i secció de la mateixa.*

Croquis sense escala

Coberta.

Un altre element importat de tota edificació és la coberta, es la responsable de donar aixopluc a les nostres vivendes i com les façanes, ens pot ajudar o perjudicar en el tema de l'estalvi energètic. En un clima com el de Barcelona, més aviat càlid i poc plujós, el que ens

preocupa de les cobertes es que creïn també l'efecte hivernacle sobretot si tenim vivendes just a sota, que es poden convertir en un autèntic forn els dies de més calor.

En el nostre cas i tal i com es veu a la figura 2.3, es una coberta plana sense aïllament amb revoltons ceràmics repenjats sobre bigues de fusta. La coberta en el seu estat actual no està en mal estat, per tant no em plantejo substituir-la al complet, el que si que s'hi haurà de afegir es algun aïllament ja que no en té cap.

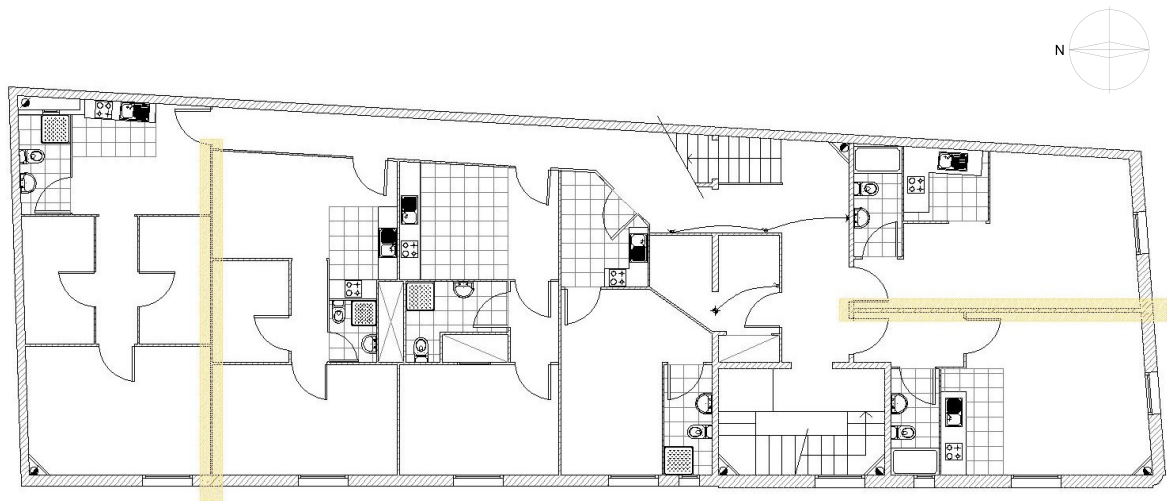
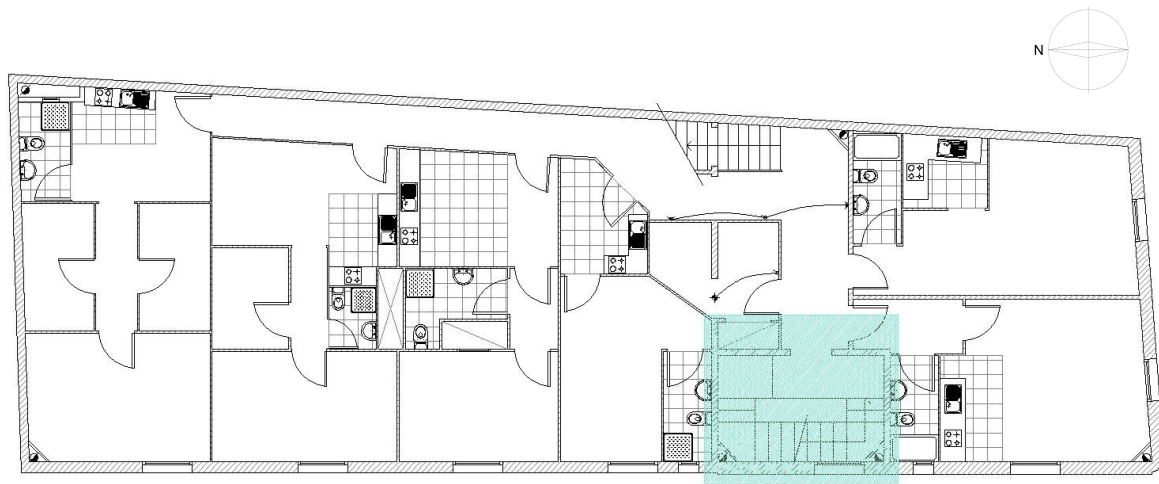


Fig. 2.4. *Planta tipus amb envans i divisòries interiors.
Croquis sense escala.*

Envans i divisòries.

En la figura 2.4 apreciem els envans i les divisòries interior de l'edifici. En aquest grup separaré les divisions en dos, ja que no tenen les mateixes característiques constructives els envans destinats a dividir dos zones d'un mateix habitatge (5cm), que els envans que separen a dos habitatges entre si (10cm).

Tot i que els envans interior no generen tantes pèrdues d'energia com una façana o una coberta, ja que no estan en contacte directe amb l'exterior, un mal aïllament d'aquest també ens pot afectar a la temperatura del nostre habitatge.



***Fig. 2.5.** Planta tipus amb caixa d'escala.
Croquis sense escala.*

Caixa d'escala.

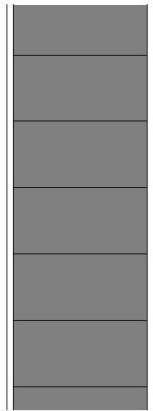
Tot i parlar en l'apartat anterior de divisòries interiors he decidit posar la caixa d'escala en un apartat diferent. Com veiem a la figura 2.5 es tracten de divisòries a dins de l'edifici per tant interiors però amb un caire estructural, ja que son més gruixudes que la resta (15cm).

2.2.2 Anàlisi constructiu.

Com he mencionat abans, els tancaments de l'edifici son molt senzills, suposo que donat per l'antiguitat de la construcció on probablement l'accés als aïllaments no era tan comú.

- **Façanes:** Ambdues façanes estan construïdes amb el mateix sistema, es tracten de tancaments de 20cm, amb un arrebossat exterior de decoració, totxo massís i un enguixat interior. Abans inclús de fer l'estudi amb el programa de certificació ja podem dir gairebé al moment que serà necessari incorporar algun tipus d'aïllament a la façana. Sobretot tenint en compte el que hem vist abans de la orientació de la façana principal, es més aviat freda i no té cap mena de protecció entre els habitatges i l'exterior.

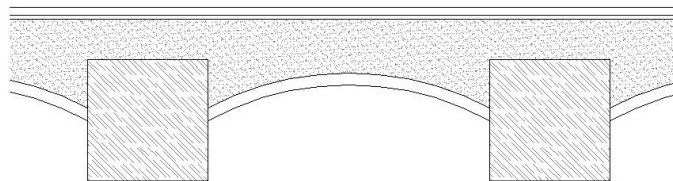
Façana monocapa 20cm



<i>Elements</i>	<i>Gruix</i>
1. Arrebossat exterior de ciment	0,02 cm
2. Totxo massís	0,28 cm
3. Enguixat interior.	0,02 cm

$$U = 1,67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

- Coberta: es tracta d'una coberta plana antiga repenjada sobre bigues de fusta. No disposa de cap aïllament i està en contacte directe amb zones habitables. Tot i el desavantatge que això ens dona, ja que si la coberta estigués separada de les zones habitables no transmetria tant directament la calor o el fred, seguim tenint un punt positiu que és l'alçada de l'últim forjat a la coberta que és bastant elevada. Això ens dona marge per poder posar, si s'escau, algun tipus d'aïllament.



$$U = 2,63 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

-
- Obertures: amb un vidre senzill, sense cambra d'aire al interior i amb un marc de fusta. Tot i que la fusta es un material amb una conductivitat baixa, no com els metalls per exemple on sempre es necessitaria una peça de cautxú per el trencament de pont tèrmic, avui en dia trobem altres materials que podrien ser més eficients alhora d'evitar pèrdues energètiques.

Finestra amb marc de fusta

<i>Elements</i>	<i>Gruix</i>
Tipus de vidre	Monolític de 4mm amb una fusta de densitat mitjana/alta
% Marc	10
Permeabilitat m ³ /hm ² a 100 Pa	50
U (W/m ² k)	5,35
Factor solar	0,77

- Instal·lacions: Tot i que la meua proposta de rehabilitació energètica va més aviat enfocada als aspectes mes aviat de construcció, faré també un petit punt sobre les instal·lacions de l'edifici. Per la instal·lació d'aigua calenta sanitària s'utilitzen calderes de gas butà amb un baix rendiment ja que son antigues. Estudiaré per quin sistema les puc substituir, si es que val la pena fer aquesta reforma. Per la instal·lació de calefacció, s'utilitzen simplement radiadors elèctrics a l'hivern, és a dir que no hi ha cap sistema de calefacció instal·lat a l'edifici.

2.3 Avaluació Energètica

A finals de l'any 2002, el parlament europeu va aprovar la directiva 2002/91/CCE que regula les emissions de diòxid de carboni dels països membres, aquesta directiva va de la mà del protocol de Kyoto. Per reduir-les de veritat, es necessari que tot sector faci un esforç, i el sector de la construcció no seria menys. S'han desenvolupat doncs eines per la certificació energètica, per garantir que sobretot les finques de nova construcció compleixin uns mínims. Aquestes eines s'utilitzen també per la rehabilitació energètica, i ens ajuden a millorar les prestacions i sobretot l'eficiència de construccions ja existents.

Una de les eines mencionades abans es el CE3X, el qual he utilitzat per que em generes l'informa amb la qualificació energètica de l'edifici en l'estat actual. Per realitzar la reforma energètica es tindran en compte només els habitatges de la finca, tot i que hi ha locals comercials en la planta baixa no els tindre en compte en la rehabilitació i, després de visitar l'edifici, tots els habitatges tenen les mateixes instal·lacions, per tant faré l'estudi sobre una vivenda tipus aplicant les mateixes modificacions a la resta d'habitatges.

Resultats de la certificació energètica

(Es pot trobar l'informe complet de la certificació al **Annex 2**)

Després d'introduir les dades anteriors al programa, aquests son els resultats que obtenim.

La qualificació energètica global de l'edifici es la lletra E, tot i que hi ha lletres per sota, es considera un edifici amb una eficiència energètica baixa.

No nomes tenim aquest resultat amb el programa, sinó que també podem accedir a les emissions de CO₂ i la demanda energètica en calefacció. Per fer la proposta de rehabilitació em centraré en aquests dos factors.

Amb unes emissions de CO₂ de 25,3 kgCO₂/m² i una demanda de calefacció de 76 kWh/m² veiem que per millorar la seva eficiència energètica haurem de millorar les principals carències que té.

La qualificació global la trobem a la taula 2.6.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m² año]	
	105.7 E		22.3 D

*Taula 2.6. Qualificació global de l'edifici.**Dades extretes del CE3X.*

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Coberta	Cubierta	240.72	2.63	Estimadas
Mur de Façana 1	Fachada	340.94	1.67	Conocidas
Mur de Façana 2	Fachada	92.24	1.67	Conocidas
Mitgera 1	Fachada	342.49	0.00	
Mitgera 2	Fachada	119.85	0.00	
Terra	Suelo	240.72	0.69	Estimadas

*Taula 2.7. Transmitàncies de les façanes i coberta.**Dades extretes del CE3X.*

En la taula 2.7, veiem un detall de les transmittàncies de les façanes i coberta de l'edifici, s'entén així l'elevada demanda de calefacció, ja que els elements constructius existents no disposen de cap aïllament ni de cap sistema suficientment estanc com per garantir l'estanqueïtat dels tancaments. Així doncs, un dels eixos principals d'intervenció serà garantir que l'energia que hi ha a l'interior no marxi a l'exterior.

Tanmateix, les obertures son una peça clau en qualsevol façana, ja que hi ha un canvi de material i això pot donar peu a l'existència de ponts tèrmics si no està ben resolt. Per les obertures en façana, no només hi ha el risc de tenir ponts tèrmics, sinó que un vidre senzill o en mal estat també serà un punt feble per minimitzar les pèrdues d'energia.

Com podem apreciar a la següent taula, la 2.8, les obertures en façana tenen una transmitància elevada, cosa que vol dir que hi hauran pèrdues energètiques per aquí.

Així doncs, el segon eix de reforma energètica pel qual m'he decantat es la substitució dels vidres i marcs de les finestres, per evitar el problema que causa el seu mal estat.

D'altra banda, i afectant aquí les instal·lacions de l'edifici, m'he decantat per instal·lar una caldera de biomassa per reduir les emissions de CO₂ alhora que millorar l'eficiència de la instal·lació d'aigua calenta existent.

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Finestra 1	Hueco	2.64	5.70	0.69	Estimado	Estimado
Finestra 2	Hueco	1.8	5.70	0.69	Estimado	Estimado
Finestra 3	Hueco	4.4	5.70	0.69	Estimado	Estimado

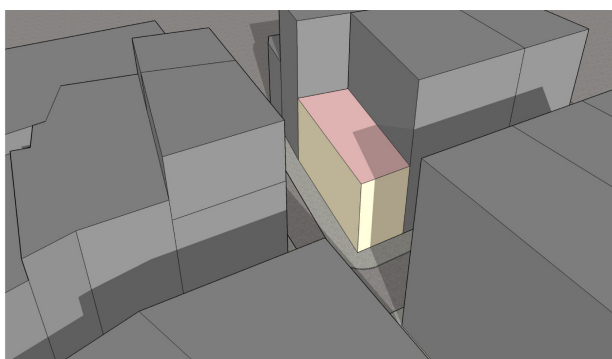
Taula 2.8. *Transmitàncies de les obertures.*

Dades extretes del CE3X.

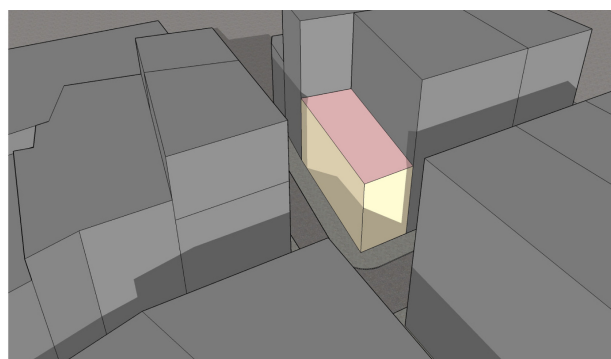
L'assolellament

Una vegada feta l'avaluació energètica amb el programa, i pensant ja amb les propostes d'intervenció, he decidit fer un estudi de l'assolellament de la finca, ja que ara tenim les seves carències constructives, he volgut mirar quins avantatges ens pot donar el nostre entorn.

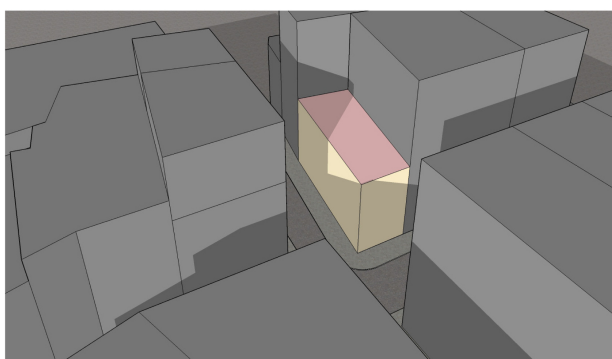
Així que he decidit fer l'estudi en dos dies de l'any, els més representatius per veure els dos extrems de radiació solar. El primer es el 21 de Desembre i el segon el 21 de Juliol.



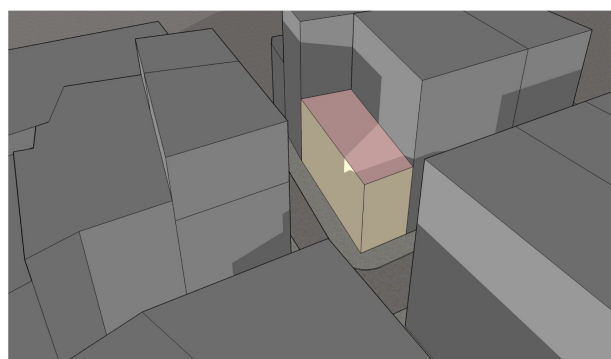
12:00 PM



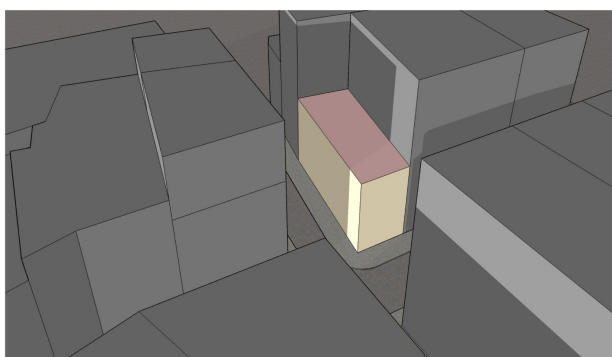
13:00 PM



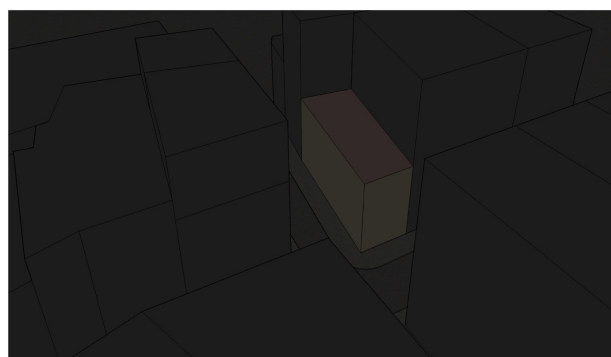
14:00 PM



15:00 PM



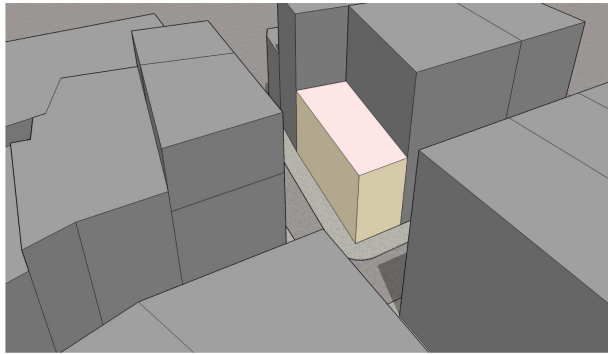
16:00 PM



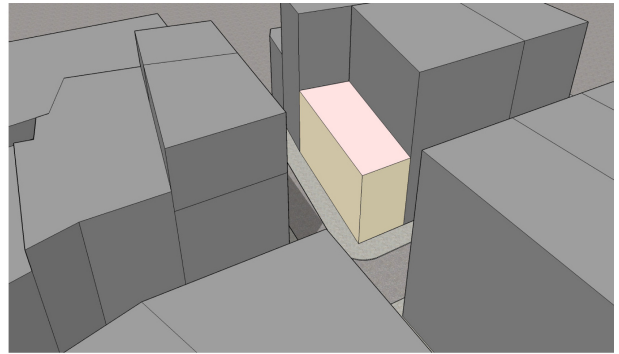
17:00 PM

*Figura 2.9. Simulació de l'assolellament per hores
el 21 de Desembre. (renderització amb SkechUp)*

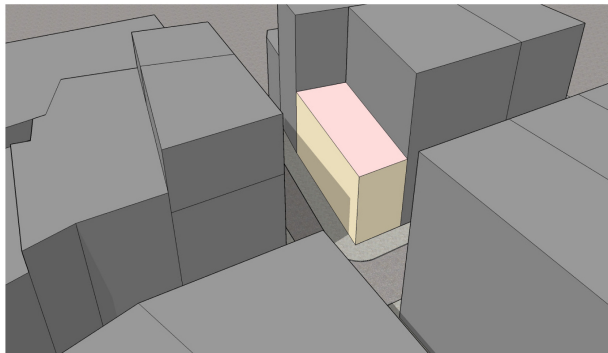
Aquesta primera sèrie de fotografies corresponen a la incidència solar que tindríem un dia d'hivern. L'edifici que estudiem es el que apareix al centre de les imatges de color rosa, i al voltant he simulat els edificis existents. Podem comprovar que al ser un edifici bastant petit en comparació amb els del seu voltant, la radiació que rep es més aviat baixa, l'estudi essent fet en les hores de major radiació solar de tot el dia.



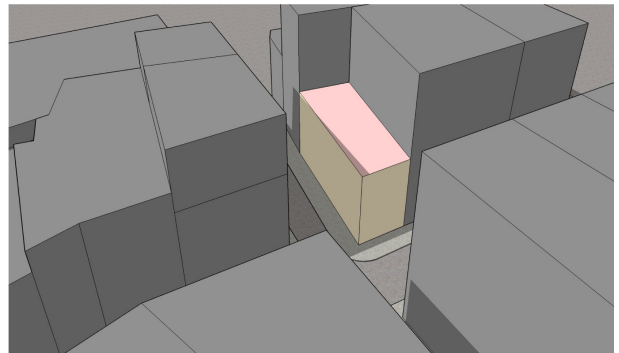
12:00 PM



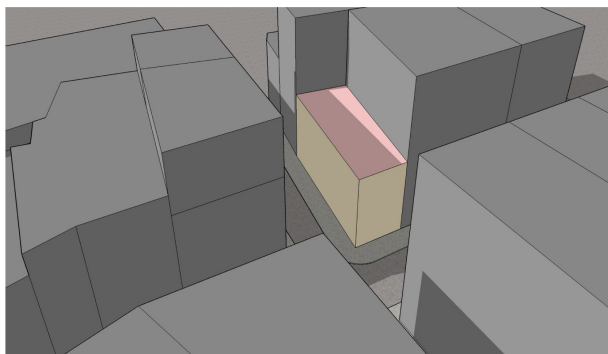
13:00 PM



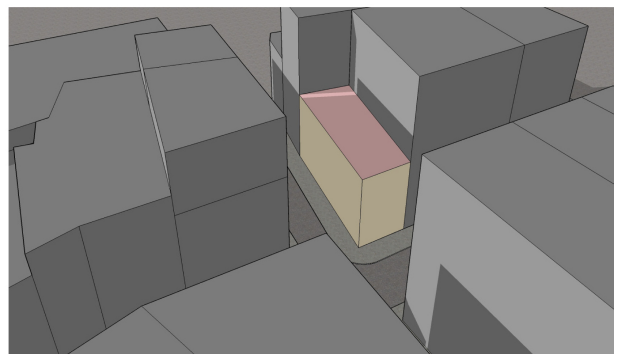
14:00 PM



15:00 PM



16:00 PM



17:00 PM

*Figura 2.10. Simulació de l'assolellament per hores
el 21 de Juliol. (renderització amb SketchUp)*

Aquesta segona sèrie de renders correspon al dia d'estiu, aquí podem veure que degut a la posició del sol, la incidència és major, sobretot en la façana oest i la coberta. De totes maneres, tot i ser un estudi fet en ple estiu, la incidència del sol tampoc es massa alta, és a dir, a la façana oest tindrem unes 3 hores de sol al dia com a màxim.

3. PROPOSTES D'INTERVENCIÓ

Com s'ha descrit anteriorment, les propostes d'intervenció que faré giren entorn a tres eixos. Atacaré en problema que trobem en la manca d'aïllament a les façanes i coberta, els ponts tèrmics que generen les obertures i les emissions de CO₂ de la instal·lació d'aigua calenta.

3.1 L'envoltant de l'edifici. Façanes.

3.1.1 Descripció de la proposta.

Per millorar les prestacions tèrmiques de la façana està clar que s'ha de posar un aïllament ja sigui a l'interior o a l'exterior. Com es tracta d'un edifici petit, on les vivendes interiors també tenen una mida bastant reduïda, m'he decantat per posar un aïllament que transcorri per l'exterior, d'aquesta manera podrem obtenir les mateixes prestacions sense minvar l'espai interior i a més es un sistema que es menys invasiu.

A més a més, si utilitzem un aïllament per l'interior no es solucionarien els ponts tèrmics que trobem entre envans/parets i les façanes i entre els forjats i la façana.

D'altra banda ens trobem amb un edifici que no té unes façanes especialment treballades ni protegides per patrimoni, motiu de més per poder incorporar un aïllament per l'exterior.

Amb els motius exposats anteriorment em decanto doncs per incorporar panells SATE (Sistemes d'aïllament Tèrmic per l'Exterior), incorporats directament a la façana en el seu estat actual.

En la figura següent veiem els principals components del sistema SATE.

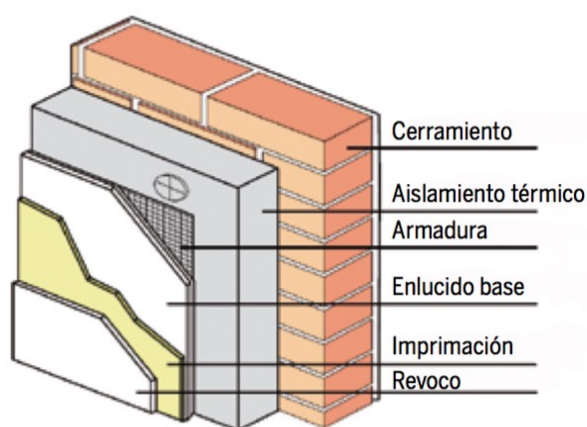


Fig. 3.1. Components del sistema SATE.

Esquema extret de la pàgina web de l'empresa ISOVER.

Com es veu a la figura 3.1, el sistema SATE permet incorporar l'aïllament tant necessari en aquest cas, així com un reforç en façana.

3.1.2 Sistemes de col·locació.

Com ja s'ha mencionat abans, un dels motius pels quals he decidit posar un sistema SATE (o ETIC en anglès, External Thermal Insulation Composite Systems) es per la seva simplicitat en la instal·lació, ja que no és necessari cap desmuntatge de la façana actual per la seva instal·lació.

Per col·locar el sistema SATE s'ha de disposar d'una façana que aguantí les carregues dels panells que s'instal·laran. En aquest cas, com que tenim una façana de totxo massís no hi hauria cap problema, ja que la capacitat mínima que ha d'aguantar són $0,08 \text{ N/mm}^2$. Tanmateix per la col·locació dels panells ens hem d'assegurar que la superfície de suport sigui llisa, en cas contrari es podria fer un arrebossat d'uns 2cm per anivellar el parament vertical, o en el cas que hi haguessin irregularitats es podrien anivellar amb morter. Les dues façanes intervingudes són llises i estan en bones condicions per poder aplicar els panells sense cap intervenció prèvia.

Un cop comprovat que el suport és adient per als nostres panells, es col·locarà el perfil per l'arrencada del sistema. Els perfils d'arrencada s'ancoren a la façana deixant una separació de mig centímetre entre ells com a junta de dilatació, i a 40cm del terreny (la vorera). Aquests perfils es disposaran cada 25cm aproximadament al llarg de la façana per garantir una bona subjecció dels panells. Una vegada els perfils d'arrencada estan col·locats, s'enganxen amb morter els panells fent especial atenció a les cantonades i a les obertures per evitar possibles ponts tèrmics. Passades 24h es fixen els panells amb ancoratges mecànics i es col·loquen en els punts més complicats peces específiques. En les cantonades es disposaran uns perfils de PVC amb una malla de fibra de vidre, i en les cantonades de les obertures també es col·locarà la fibra de vidre per evitar fissures ja que on hi tenim la llinda d'una obertura és més fàcil que l'estructura pugui tenir moviments. Per últim es col·loca a tota la façana una capa de regularització i l'armadura per millorar les prestacions mecàniques i un revestiment per donar-li l'acabat final a la nostra façana.

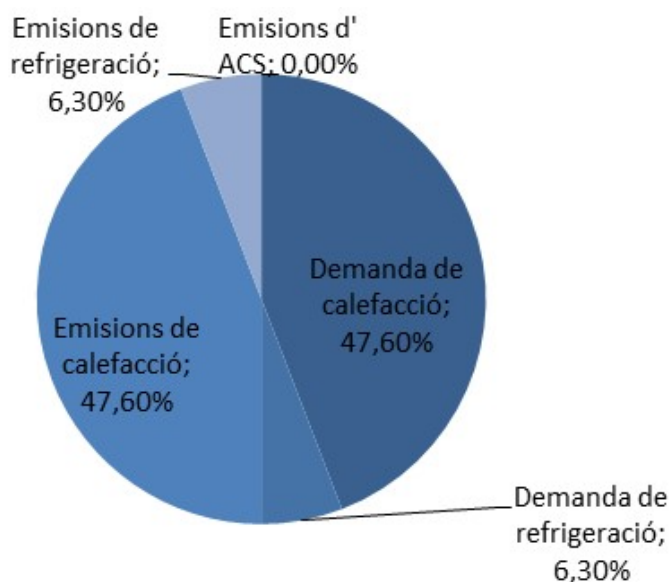
3.1.3 Millora energètica.

Per estudiar l'abast de la millora que s'ha proposat, he utilitzat el CE3X un altre vegada perquè generi l'informe amb un panell SATE.

ETICS en façana.

Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	34,6 kWh/m ²	66,20 kWh/m ²	47,60%
Demanda de refrigeració	1,30 kWh/m ²	1,40 kWh/m ²	6,30%
Emissions de calefacció	9,50 kg CO ₂ /m ²	18,10 kg CO ₂ /m ²	47,60%
Emissions de refrigeració	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,20 kg CO ₂ /m ²	6,30%
Emissions d' ACS	4,00 kg CO ₂ /m ²	4,00 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions globals	13,70 kg CO ₂ /m ²	22,30 kg CO ₂ /m ²	38,37%
Estalvi en CO ₂			8,60 kg CO ₂ /m ²

Taula 3.2. Estalvi energètic.



Gràfica 3.3. Percentatges de millora energètica.

Com es pot observar a la taula, la implantació a la façana de l'aïllament per l'exterior ens dona certes millores en el rendiment energètic. Com s'ha mencionat abans el CE3X es un programa que neix arrel, entre altres coses, del protocol de Kyoto i de l'intent dels països de reduir les emissions de CO₂. Per tant per determinar si una millora es útil o no, em centraré en les emissions de CO₂ i en els kilograms que en podem estalviar.

El gràfic que he elaborat a partir de la taula d'estalvis, es un indicatiu per veure que el que ens proporciona aquesta millora es bàsicament una reducció de la demanda de refrigeració, per tant a menys demanda menys consum. La implantació d'aquesta millora ens permetria doncs estalviar 8,60 kg CO₂/m².

3.1.4 Pressupost de la millora.

Tant a la façana lateral com a la principal es preveu instal·lar el sistema ETICS, això ens dona un resultat total de 470,10 m² en total. Per fer el càlcul dels metres totals que necessitem de material, he calculat directament la superfície total de façana, sense descomptar les obertures, així les possibles mermes queden cobertes.

m ² Sistema ETICS Isofex "ISOVER" de aïllament exterior de façanes.				
Aïllament tèrmic per l'exterior de façanes, amb el sistema Isofex "ISOVER", compost per: panell rígid de llana de roca volcànica d'alta densitat, no revestit, Isofex "ISOVER", de 80 mm d'espessor, fixat al suport mitjançant morter polimèric d'altres prestacions, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA", color gris i fixacions mecàniques amb tac d'expansió i clau de polipropilè; capa de regularització de morter polimèric d'altres prestacions, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA", color gris, armat amb malla de fibra de vidre, de 10x10 mm de llum, antiàlcalis, de 200 a 250 g/m ² de massa superficial i 750 a 900 micres de gruix; revestiment format per morter monocapa de lligants mixtos, per la impermeabilització i decoració de façanes, Weber. Ral Clima "WEBER CEMARKSA", acabat raspat, color Polar.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
m	Perfil d'arrencada d'alumini, de 80 mm d'amplada, per anivellació i suport dels panells aïllants dels sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior sobre la línia de sòcol.	0,600	12,74	7,64
kg	Mortier polimèric d'altres prestacions, per a la fixació i regularització de plaques d'aïllament tèrmic, Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA", color gris, compost de ciment gris, resines hidròfugues redispersables, àrids de granulometria compensada, additius i càrregues minerals. Segons UNE-EN 998-1.	10,750	0,68	7,31
m ²	Panell rígid de llana de roca volcànica d'alta densitat, no revestit, Isofex "ISOVER", de 80 mm d'espessor, segons UNE-EN 13162, resistència tèrmica 2,2 m ² K/W, conductivitat tèrmica 0,036 W/(mK), Euro classe A1 de reacció al foc, d'aplicació com aïllant tèrmic i acústic en sistemes composts d'aïllament per	1,050	16,95	17,80

	l'exterior de façanes.			
Ut	Tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cèrcol d'estanquitat, per a fixació mecànica de panells aïllants.	6,000	0,08	0,48
m	Perfil de cantonada de PVC amb malla, per a rematada lateral.	0,300	3,10	0,93
m ²	Malla de fibra de vidre, de 10x10 mm de llum, antiàlcals, de 200 a 250 g/m ² de massa superficial i 750 a 900 micres de gruix, amb 25 kp/cm ² de resistència a tracció, per armar morters monocapa.	1,050	2,41	2,53
kg	Mortier monocapa de lligants mixtos, per la impermeabilització i decoració de façanes, Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA", acabat raspat, color Polar, compost de ciment blanc, calç, resines hidròfugues redispersables, àrids de granulometria compensada, additius orgànics i pigments minerals. Segons UNE-EN 998-1.	14,500	0,63	9,14
h	Oficial 1 ^a muntador d'aïllaments.	0,119	24,08	2,87
h	Ajudant muntador d'aïllaments.	0,119	20,68	2,46
h	Oficial 1 ^a revocador.	0,716	23,30	16,68
h	Ajudant revocador.	0,716	20,68	14,81
%	Mitjans auxiliars	2,000	82,65	1,65
%	Costos indirectes	3,000	84,30	2,53
Cost de manteniment decennal: 4,34€ en els primers 10 anys.			Total:	86,83
Resultat total partida:				40.818,78€

Al resultat total de la partida, no està inclòs ni el IVA, ni els honoraris ni les llicències d'obres necessàries per la realització dels treballs.

Per tant i com ja he dit abans, per establir un comparatiu entre les diverses propostes a fer, he calculat el rendiment d'aquesta inversió:

Per cada 1000€ invertits en la millora de la façana amb aquest sistema estalviem 0,2107 kg CO₂/m².

3.2 L'envoltant de l'edifici. La coberta.

3.2.1 Descripció de la proposta

La coberta es un altre punt important de la rehabilitació que tractaré.

Hi han diverses maneres d'aïllar una coberta, com hem vist amb les façanes, podríem dividir les propostes d'intervenció en dos maneres d'intervenir, la primera es per l'exterior i la segona es per l'interior. Dins d'aquestes dues grans categories, podríem dividir-ho de nou en dos subcategories.

Aïllament per l'exterior

- Rehabilitació de la coberta plana per el exterior amb poliestirè expandit (EPS-H). Coberta invertida. Es recomana aquest tipus d'intervenció quan s'aprofita la renovació de la impermeabilització al estar deteriorada i tenir possibles goteres i s'ha de tenir en compte la capacitat estructural de l'edifici ja que afegirà una càrrega més que no estava prevista.
- Rehabilitació de la coberta plana per el exterior amb projecció d'espuma de poliuretà (PUR) i projecció d'elastòmer. Aquesta solució aporta rigidesa a la coberta, estanqueïtat i continuïtat en el aïllament i la impermeabilització ja que s'eliminen les juntes.

Aïllament per l'interior.

- Rehabilitació per l'interior amb poliestirè extruït
- Rehabilitació amb panells de llana de roca.

Per la coberta he decidit utilitzar la ultima opció presentada, ja que es un sistema relativament barat, i que no necessita la substitució de cap part anterior de la coberta. Tenint en compte que l'espai que tenim sota coberta per una part no és habitable i per l'altre tenim alçada suficient, crec que es la solució mes eficient a nivell d'aïllament i a nivell econòmic.

3.2.2 Sistemes de col·locació

Aquest tipus d'aïllament de coberta consisteix en aplicar panells semirígid de llana mineral, en el nostre cas s'aplicarà llana de roca, sobre el propi forjat utilitzant fixacions mecàniques per els panells.

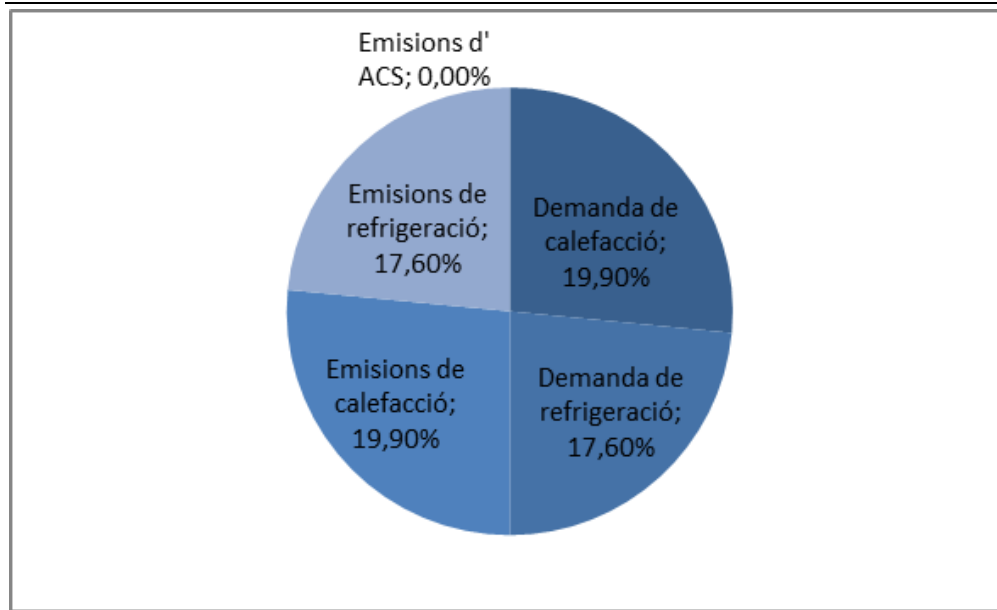
El muntatge del material aïllant, l'espessor, el revestiment, l'armadura de suport i el sistema d'ancoratge al forjat horitzontal conformen una càmera d'un espessor d'uns 10 cm. Per això per realitzar aquest tipus d'intervenció es requereix disposar d'espai suficient a l'interior de la vivenda.

3.2.3 Millora energètica

Aïllament en coberta.

Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	53,00 kWh/m ²	66,20 kWh/m ²	19,90%
Demanda de refrigeració	1,20 kWh/m ²	1,40 kWh/m ²	17,60%
Emissions de calefacció	14,50 kg CO ₂ /m ²	18,10 kg CO ₂ /m ²	19,90%
Emissions de refrigeració	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,20 kg CO ₂ /m ²	17,60%
Emissions d' ACS	4,00 kg CO ₂ /m ²	4,00 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions globals	18,70 kg CO ₂ /m ²	22,30 kg CO ₂ /m ²	16,30%
		Estalvi en CO ₂	3,60 kg CO ₂ /m ²

Taula 3.4. Estalvi energètic.



Gràfica 3.5. Percentatges de millora energètica.

Com es pot veure al gràfic i a la taula, si comparem la reforma de la coberta amb la que hem fet prèviament en façana, veiem que l'estalvi en emissions es inferior. Tanmateix també es cert que la superfície intervinguda es inferior, i que els estalvis que ens proporciona l'aïllament en coberta estan més repartits ja que pràcticament l'estalvi és el mateix en calefacció que en refrigeració.

Per tant, el que podem concloure es que un aïllament en coberta es pràcticament una intervenció obligatòria en rehabilitació energètica, sempre i quan l'estat actual sigui deficient evidentment, ja que contribueix a estabilitzar la temperatura interior, minvant les demandes de refrigeració a l'estiu i de calefacció a l'hivern.

3.2.4 Pressupost

m² Aïllament interior de cobertes planes sobre espai habitable. Sistema "ROCKWOOL".				
Aïllament per l'interior sobre espai habitable en cobertes planes, compost per panell llana mineral de llana de roca volcànica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", segons UNE-EN 13162, no revestit, de 50 mm d'espessor.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
m²	Panell semirígid de llana de roca volcànica Rockcalm - E- 211 "ROCKWOOL", segons UNE-EN 13162, no revestit, de 50 mm d'espessor, resistència tèrmica 1,4 m²K/W, conductivitat tèrmica 0,035 W/(mK), densitat 40 kg/m³, calor específic 840 J/kgK i factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua 1,3.	1,050	5,30	5,57
h	Oficial 1ª muntador d'aïllaments.	0,079	24,08	1,90
h	Ajudant muntador d'aïllaments.	0,079	20,68	1,63
%	Mitjans auxiliars	2,000	9,10	0,18
%	Costos indirectes	3,000	9,28	0,28
Cost de manteniment decennal: 0,19€ en els primers 10 anys.			Total:	9,56

Resultat total partida:

2.523,84€

Al resultat total de la partida, no està inclòs ni el IVA, ni els honoraris ni les llicències d'obres necessàries per la realització dels treballs.

Com podem comprovar, el pressupost de la millora en la coberta es bastant més inferior que la inversió feta en façana i l'estalvi en CO₂ també, tot i que en proporció ens sortiria molt més rentable la millora de la coberta.

Per cada 1000€ invertits en la millora de la coberta amb l'aïllament de llana de roca estalviem 1,4264 kg CO₂/m².

3.3 Les obertures. El vidre i les fusteries

3.3.1 Descripció de la proposta.

Una vegada s'ha millorat l'envoltant de l'edifici, ara és el torn de les obertures. Les façanes i la coberta son parts important per reduir el consum d'energia ja que son les unions directes entre l'exterior i l'interior i on més superfície hi ha, tanmateix, les finestres constitueixen una obertura i un canvi de material en un material homogeni. En aquest punts, i ja sigui per mala praxis o materials poc eficients, podem trobar ponts tèrmics.

Els ponts tèrmics son bàsicament vies per on perdem energia, un punt que no té aïllament, el contorn de les obertures, o els trobaments entre forjats i façana. Com s'ha explicat anteriorment, per les façanes ja hem tractat els possibles ponts tèrmics instal·lant un aïllament per l'exterior, però per les obertures s'hauran d'intervenir.

En una obertura tenim bàsicament dues parts, el vidre i la fusteria. On hi trobem el problema de pont tèrmic és mes aviat en el marc, així que haurem de procurar que siguin o be de PVC, o bé que tinguin un trencament de pont tèrmic. D'aquesta manera al tenir un material diferent pel mig, acostuma a ser plàstic o cautxú l'energia no es perd.

En aquest mateix aspecte trobem les proteccions solars, que contribueixen a reduir el possible efecte hivernacle no desitjat a l'habitatge. Després de fer l'estudi de l'assolellament, he decidit que la única façana que seria susceptible de tenir-ne seria la façana oest, fet que he descartat ja que el sol no l'afecta ni en gran mesura ni durant tot l'any. De totes maneres, les finestres proposades inclouen persianes que es podrien utilitzar per minimitzar l'entrada del sol en moments puntuals. Posar proteccions solars suplementaries es innecessari i suposaria un sobre cost per la inversió.

3.3.2 Sistemes de col·locació

El sistema de col·locació de les noves fusteries la veritat es que es bastant senzill i poc invasiu, es tractarà només d'arrencar les fusteries anteriors i posar els nous models. Per que la instal·lació sigui mes rapida, fàcil i segura, he decidit escollir uns sistemes de finestres de la marca KOMMERLING.

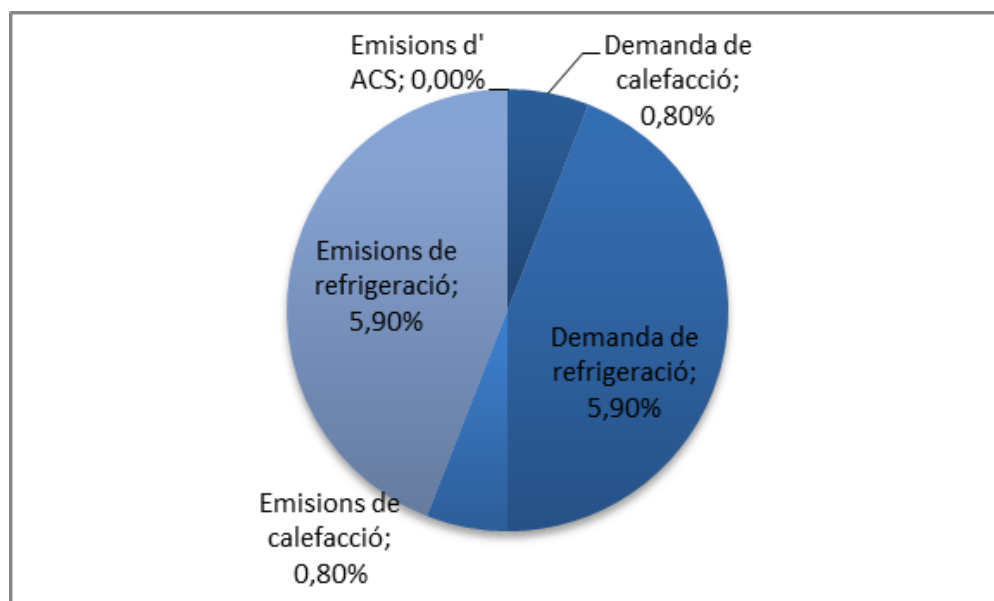
Hi hauran tres tipus d'obertures, ja que cada estància té necessitats diferents, trobarem 3 finestres fixes de 400 x 1000mm, 10 finestres corredisses 1500 x 2200mm, 2 corredisses de 1500 x 2400mm i finalment 4 finestres fixes de 1000 x 1500mm.

3.3.3 Millora energètica.

Substitució de les fusteries de l'edifici.

Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	65,60 kWh/m ²	66,20 kWh/m ²	0,80%
Demanda de refrigeració	1,30 kWh/m ²	1,40 kWh/m ²	5,90%
Emissions de calefacció	18,00 €	18,10 kg CO ₂ /m ²	0,80%
Emissions de refrigeració	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,20 kg CO ₂ /m ²	5,90%
Emissions d' ACS	4,00 kg CO ₂ /m ²	4,00 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions globals	22,20 kg CO ₂ /m ²	22,30 kg CO ₂ /m ²	0,70%
Estalvi en CO ₂			0,10 kg CO ₂ /m ²

Taula 3.6. Estalvi energètic



Gràfica 3.7. Percentatges de millora energètica

Pel que podem comprovar a la taula i el gràfic, la millora de les obertures es de llarg la reforma menys interessant a priori, no es tracta que sigui una millora innecessària a fer, sino que no aporta una gran reducció del consum de CO₂. Ens aporta una petita reducció de la demanda de refrigeració i una gairebé inexistent millora en les emissions de calefacció.

3.3.4 Pressupost.

Es substituiran les fusteries per unes de PVC, en la façana principal he posat tres tipologies diferents, en aquesta primera en tindrem 2 unitats.

Ut Fusteria exterior de PVC "KÖMMERLING".				
Porta de PVC, sèrie Premiline "KÖMMERLING", dues fulles corredisses, dimensions 1500x2400 mm, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, sense bastiment de base.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
Ut	Porta de PVC, sèrie Premiline "KÖMMERLING", dues fulles corredisses, dimensions 1500x2400 mm, composta de marc, fulla i rivets clavats, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, perfils de 80 mm d'amplada, soldats a biaix, que incorporen tres càmeres interiors, tant en la secció de la fulla com en la del marc, per a millora de l'aïllament tèrmic; galze amb pendent del 5% per facilitar el desguàs; amb reforços interiors, junts d'estanquitat d'EPDM, maneta i ferraments, segons UNE-EN 14351-1.	1,000	465,36	465,36
Ut	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,780	3,13	2,44
h	Oficial 1ª serraller.	2,093	23,67	49,54
h	Ajudant serraller.	1,046	20,76	21,71
%	Mitjans auxiliars	2,000	539,05	10,78
%	Costos indirectes	3,000	549,83	16,49
Cost de manteniment decenal: 50,97€ en els primers 10 anys.			Total:	566,32

Resultat total partida: **1.132,64€**

En aquesta segona tipologia en tindrem 10 unitats.

Ut Fusteria exterior de PVC "KÖMMERLING".				
Porta de PVC, sèrie Premiline "KÖMMERLING", dues fulles corredisses, dimensions 1500x2200 mm, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, sense bastiment de base.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
Ut	Porta de PVC, sèrie Premiline "KÖMMERLING", dues fulles corredisses, dimensions 1500x2200 mm, composta de marc, fulla i rivets clavats, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, perfils de 80 mm d'amplada, soldats a biaix, que incorporen tres càmeres interiors, tant en la secció de la fulla com en la del marc, per a millora de l'aïllament tèrmic; galze amb pendent del 5% per facilitar el desguàs; amb reforços interiors, junts d'estanquitat d'EPDM, maneta i ferraments, segons UNE-EN 14351-1.	1,000	381,35	381,35
Ut	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,740	3,13	2,32
h	Oficial 1ª serraller.	2,061	23,67	48,78
h	Ajudant serraller.	1,031	20,76	21,40
%	Mitjans auxiliars	2,000	453,85	9,08
%	Costos indirectes	3,000	462,93	13,89
Cost de manteniment decenal: 42,91€ en els primers 10 anys.			Total:	476,82

Resultat total partida: **4.768,20€**

I finalment en aquesta última necessitarem 3 unitats.

Ut Fusteria exterior de PVC "KÖMMERLING".				
Finestral fix de PVC, sèrie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", dimensions 400x1000 mm, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, sense bastiment de base.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
Ut	Finestral fix de PVC, sèrie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", dimensions 400x1000 mm, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, perfils de 70 mm d'amplada, soldats a biaix, que incorporen cinc càmeres interiors, tant en la secció de la fulla com en la del marc, per a millora de l'aïllament tèrmic; galze amb pendent del 5% per facilitar el desguàs; amb reforços interiors, segons UNE-EN 14351-1.	1,000	41,21	41,21
Ut	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,280	3,13	0,88
h	Oficial 1ª serraller.	1,535	23,67	36,33
h	Ajudant serraller.	0,767	20,76	15,92
%	Mitjans auxiliars	2,000	94,34	1,89
%	Costos indirectes	3,000	96,23	2,89
Cost de manteniment decennal: 8,92€ en els primers 10 anys.			Total:	99,12

Resultat total partida: **297,36€**

En la façana lateral només tenim una sola tipologia de finestra, i en tindrem 4 unitats.

Ut Fusteria exterior de PVC "KÖMMERLING".				
Finestra de PVC, sèrie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", una fulla practicable amb obertura cap a el interior, dimensions 1000x1500 mm, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, sense bastiment de base.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
Ut	Finestra de PVC, sèrie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", una fulla practicable amb obertura cap a el interior, dimensions 1000x1500 mm, composta de marc, fulla i rivets clavats, acabat estàndard en les dues cares, color 654 Blanco, perfils de 70 mm d'amplada, soldats a biaix, que incorporen cinc càmeres interiors, tant en la secció de la fulla com en la del marc, per a millora de l'aïllament tèrmic; galze amb pendent del 5% per facilitar el desguàs; amb reforços interiors, junts d'estanquitat d'EPDM, maneta i ferraments, segons UNE-EN 14351-1.	1,000	167,63	167,63
Ut	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,500	3,13	1,57
h	Oficial 1ª serraller.	1,871	23,67	44,29
h	Ajudant serraller.	0,936	20,76	19,43
%	Mitjans auxiliars	2,000	232,92	4,66
%	Costos indirectes	3,000	237,58	7,13
Cost de manteniment decennal: 22,02€ en els primers 10 anys.			Total:	244,71

Resultat total partida: **990,84€**

Al resultat total de la partida, no està inclòs ni el IVA, ni els honoraris ni les llicències d'obres necessàries per la realització dels treballs. Obtenim un total per la partida de substitució de fusteries de 7.189,04€. Si fem la comprovació en relació estalvi/preu com hem fet en les altres propostes, el resultat no es tant interessant en comparació amb el preu que estem pagant.

Per cada 1000€ invertits en la millora de les fusteries i els vidres estalviem 0,0139 kg CO₂/m².

3.4 La instal·lació d'aigua calenta sanitària. Substitució de calderes.

3.4.1 Descripció proposta.

Per abordar el tema de les instal·lacions m'he plantejat diversos factors.

En primer lloc, la finca no disposa de sistema de calefacció, sinó que disposen de radiadors elèctrics. Aquesta mesura l'he descartat ja que el seu cost es elevat i no sortia rentable.

D'altra banda també s'ha valorat la implantació de plaques solars per una energia renovable, però com s'ha descrit anteriorment en aquest treball, l'edifici té una alçada molt baixa en respecte als altres edificis de la zona i la coberta té poca incidència solar. Per tant les plaques fotovoltaïques les he descartat ja que tampoc serien rentables pel seu cost.

Com es pot veure en les figures 2.9 i 2.10 dins de l'apartat 2.3. Avaluació energètica, la incidència solar és molt baixa, tot i fer una simulació en ple estiu, ens dona unes tres hores de sol a la coberta, he decidit que en aquest cas no era òptim posar plaques solars. De totes maneres es deixa com a una possible línia futura d'aquest projecte el supòsit de fer l'estudi del mateix edifici sense les construccions que l'envolten.

Les calderes que trobem actualment a l'edifici són calderes de gas butà antigues, deixant de banda que no compleixen cap tipus de normativa vigent la seva eficiència és molt baixa, per això s'ha decidit substituir-les per calderes elèctriques d'alt rendiment.

3.4.2 Sistemes de col·locació.

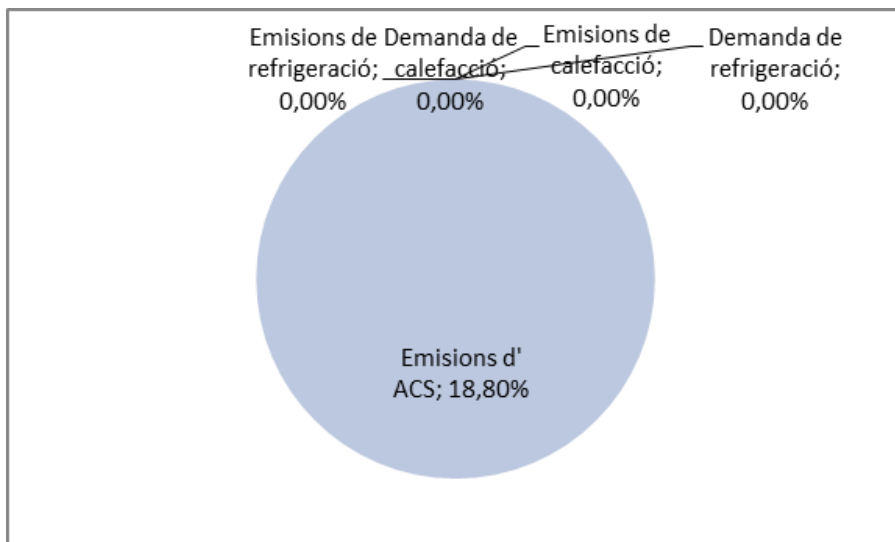
El sistema de col·locació de les noves calderes és ben senzill, fet que fa que el seu cost no sigui massa elevat. Es tracta simplement de desinstal·lar i arrencar les calderes que hi ha actualment a cada pis, eliminar la instal·lació de gas butà actual i substituir-les per calderes elèctriques, connectant-les a la xarxa elèctrica de la vivenda.

3.4.3 Millora energètica.

Instal·lacions.

Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	66,20 kWh/m ²	66,20 kWh/m ²	0,00%
Demanda de refrigeració	1,40 kWh/m ²	1,40 kWh/m ²	0,00%
Emissions de calefacció	18,10 kg CO ₂ /m ²	18,10 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions de refrigeració	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions d' ACS	3,20 kg CO ₂ /m ²	4,00 kg CO ₂ /m ²	18,80%
Emissions globals	21,60 kg CO ₂ /m ²	22,30 kg CO ₂ /m ²	3,30%
Estalvi en CO ₂			0,70 kg CO ₂ /m ²

Taula 3.8. Estalvi energètic



Gràfica 3.9. Percentatges de millora energètica

Com és evident i no podia ser d'una altra manera, amb la substitució de les calderes per unes elèctriques i més eficients aconseguim una reducció en les emissions de CO₂ alhora de generar aigua calenta. Aquesta es la única intervenció que ens dona una millora en aquest aspecte, ja que les altres col·laboraven en la reducció de demanda. A través de la reducció de la demanda hi ha menys consum i efectivament menys producció, però la substitució de calderes redueix les emissions de CO₂ sense reduir la demanda d'aigua calenta.

3.4.4 Pressupost.

Per comptabilitzar quants escalfadors necessitem, he agafat simplement el nombre de vivendes que tenim a l'edifici, ens dona un resultat de 9 unitats.

Ut Escalfador elèctric instantani.				
Escalfador elèctric instantani per al servei d'A.C.S., mural vertical, cabal 3,4 l/min, potència 6 kW, alimentació monofàsica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.				
Ud	Descomposició	Rend.	Preu unitari	Preu partida
Ut	Escalfador elèctric instantani per al servei d'A.C.S., mural vertical, cabal 3,4 l/min, potència 6 kW, alimentació monofàsica (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.	1,000	310,40	310,40
Ut	Tirantet flexible de 20 cm i 1/2" de diàmetre.	2,000	2,85	5,70
Ut	Vàlvula d'esfera de llautó niquelat per rosar de 1/2".	2,000	4,13	8,26
Ut	Material auxiliar per a instal·lacions de A.C.S.	1,000	1,45	1,45
h	Oficial 1ª lampista.	0,746	24,08	17,96
h	Ajudant lampista.	0,746	20,65	15,40
%	Mitjans auxiliars	2,000	359,17	7,18
%	Costos indirectes	3,000	366,35	10,99
Cost de manteniment decennal: 286,78€ en els primers 10 anys.			Total:	377,34

Resultat total partida: **3.396,06€**

Al resultat total de la partida, no està inclòs ni el IVA, ni els honoraris ni les llicències d'obres necessàries per la realització dels treballs.

Tot i no ser cap element que contribueixi a l'aïllament de la vivenda, veiem que les calderes son una font d'emissions de diòxid, i que una bona millora d'aquestes reduirà el nostre consum.

Per cada 1000€ invertits en la millora de calderes estalviem 0,2061 kg CO₂/m².

Una vegada fet l'estudi de totes les propostes per separat, veiem que la que és més eficient a nivell d'estalvi energètic/inversió es la que inclou l'aïllament en coberta. És a dir, amb menys diners, si millorem l'estat de la nostra coberta l'estalvi serà molt major.

4. COMPARATIVES I BALANÇ ECONÒMIC

Fet l'estudi individual tant a nivell econòmic com a nivell energètic, he decidit continuar aquest treball final amb les comparatives entre les diferents propostes. Es cert que en general quan es parla de rehabilitació energètica podem pensar que es rehabilitarà tot l'edifici o almenys les parts més importants, en aquest apartat el que es pretén es analitzar si realment totes les reformes i modificacions que fem surten a compte, o si n'hi han algunes que tinguin una eficàcia més gran. És a dir, aquí compararé els diners que pot costar la reforma amb l'estalvi que realment ens aporta.

Per fer això, ho dividiré diversos supòsits, on aniré combinant les reformes presentades anteriorment entre elles.

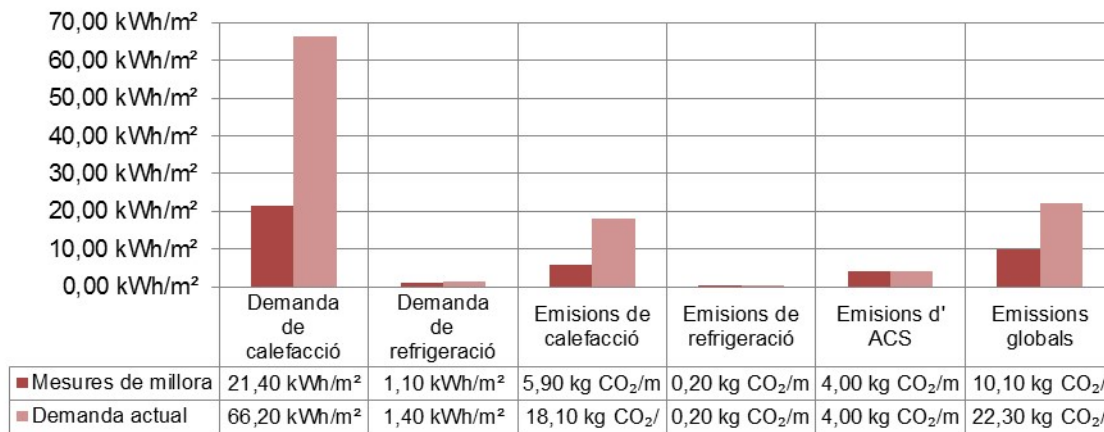
4.1 Proposta 1. Implantació SATE i aïllament en coberta.

En aquesta primera proposta ajuntaré els dos supòsits anteriors, les millores a les façanes i a la coberta.

Obtenim els següents resultats:

PROPOSTA 1. ETICS + AILLAMENT EN COBERTA			
Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	21,40	66,20 kWh/m ²	67,67%
Demanda de refrigeració	1,10	1,40 kWh/m ²	21,43%
Emissions de calefacció	5,90	18,10 kg CO ₂ /m ²	67,40%
Emissions de refrigeració	0,20	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions d' ACS	4,00	4,00 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions globals	10,10	22,30 kg CO ₂ /m ²	54,71%
		Estalvi en CO ₂	12,20 kg CO ₂ /m ²
		Cost total	43.342,62 €

Implantació ETICS en façana i aïllament en coberta



Gràfica 4.1. Comparativa de demanda

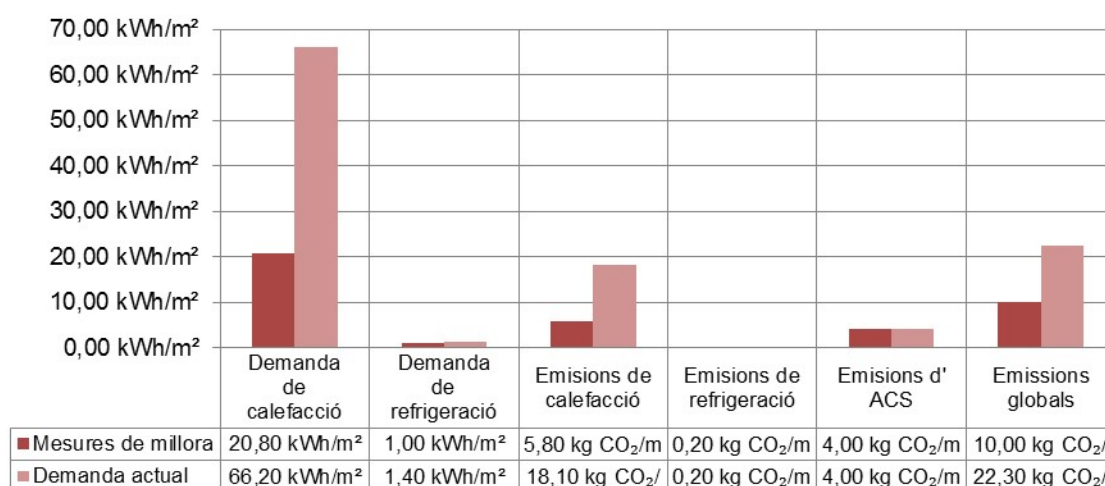
Per tant tindríem un estalvi de 12,20 kg de CO₂ per una inversió de 43.342,62€

El que ens donaria un rendiment de 0,2815 kg CO₂/m² per cada 1000€ d'inversió. En comparació amb l'estat actual reduiríem un 54,71% les emissions de diòxid de carboni.

4.2 Proposta 2. Substitució d'obertures, SATE i aïllament en coberta.

PROPOSTA 2. OBERTURES + ETICS + AÏLLAMENT EN COBERTA			
Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	20,80	66,20 kWh/m ²	0,80%
Demanda de refrigeració	1,00	1,40 kWh/m ²	5,90%
Emissions de calefacció	5,80	18,10 kg CO ₂ /m ²	0,80%
Emissions de refrigeració	0,20	0,20 kg CO ₂ /m ²	5,90%
Emissions d' ACS	4,00	4,00 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions globals	10,00	22,30 kg CO ₂ /m ²	0,70%
Estalvi en CO ₂			12,30 kg CO ₂ /m ²
Cost total			50.531,66 €

Substitució de fusteries, ETICS i aïllament en coberta



Gràfica 4.2. Comparativa de demanda.

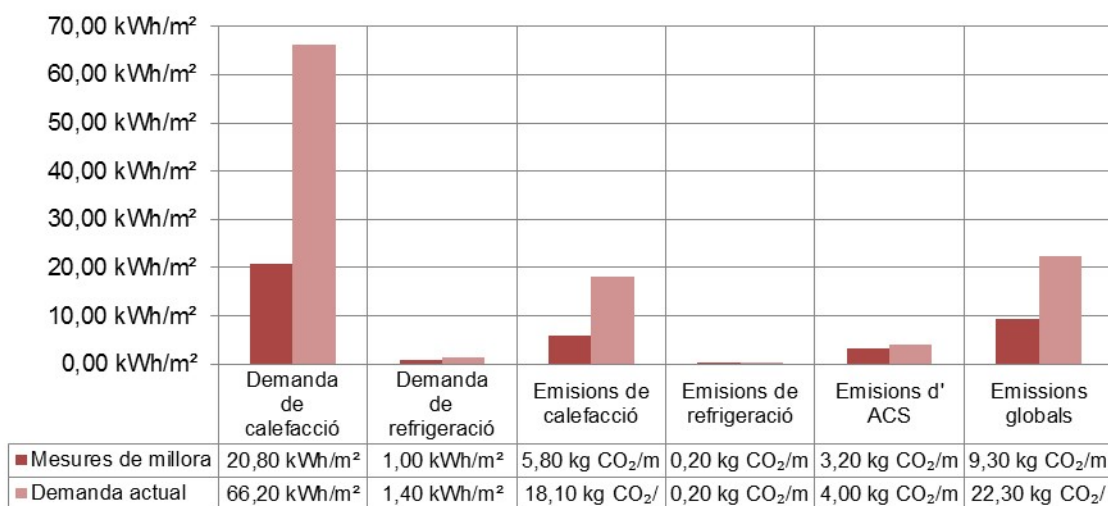
Com apreciem a la taula, i ja havíem vist abans, el fet de substituir les obertures en aquesta finca per d'altres aparentment més eficients no ens garanteix un estalvi significatiu i encareix molt la proposta de rehabilitació.

4.3 Proposta 3. Totes les propostes alhora.

PROPOSTA 3. ETICS + COBERTA+ OBERTURES + CALDERES

Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	20,80	66,2	68,58%
Demanda de refrigeració	1,00	1,4	28,57%
Emissions de calefacció	5,80	18,10 €	67,96%
Emissions de refrigeració	0,20	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions d' ACS	3,20	4,00 kg CO ₂ /m ²	20,00%
Emissions globals	9,30	22,30 kg CO ₂ /m ²	58,30%
Estalvi en CO ₂			13,00 kg CO ₂ /m ²
Cost total			53.927,72 €

Implantació ETICS, aïllament en coberta, substitució fusteries i substitució calderes



Gràfica 4.3. Comparativa de demanda.

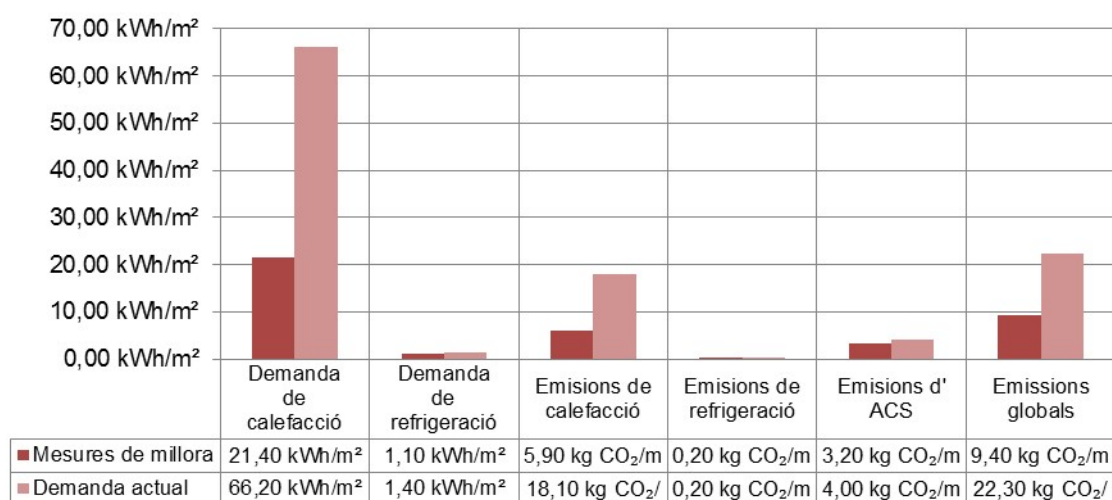
Veient els resultats obtinguts, en aquest punt del treball em plantejo fer una última i inesperada proposta, fer la rehabilitació de coberta, façanes i caldera però sense tenir en compte les obertures. Crec que aquesta proposta encareix molt el procés sense tenir una clara disminució en les emissions de CO₂, això inevitablement, farà que la nostra inversió sigui molt complicada de recuperar.

Considero l'aïllament de coberta i de façanes un factor bàsic ja que ja hem vist que redueix enormement les demandes de calefacció i refrigeració, de la mateixa manera, la única reforma que proposem que redueix les emissions produïdes per l'aigua calenta sanitària es la caldera, així que també la considero essencial.

4.4 Proposta 4. Substitució de calderes, SATE i aïllament en coberta.

PROPOSTA 4.			
Resultats	Mesures de millora	Demanda actual	Estalvi (%)
Demanda de calefacció	21,40 kWh/m ²	66,20 kWh/m ²	67,67%
Demanda de refrigeració	1,10 kWh/m ²	1,40 kWh/m ²	21,43%
Emissions de calefacció	5,90 kg CO ₂ /m ²	18,10 kg CO ₂ /m ²	67,40%
Emissions de refrigeració	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,20 kg CO ₂ /m ²	0,00%
Emissions d' ACS	3,20 kg CO ₂ /m ²	4,00 kg CO ₂ /m ²	20,00%
Emissions globals	9,40 kg CO ₂ /m ²	22,30 kg CO ₂ /m ²	57,85%
Estalvi en CO ₂			12,90 kg CO ₂ /m ²
Cost total			46.738,68 €

Implantació ETICS, aïllament en coberta i substitució de calderes



Gràfica 4.4. Comparativa de demanda

Amb aquesta última proposta, sense tenir en compte els costos ni els avantatges de substituir les fusteries, veiem que per cada 1000€ que invertim reduïm 0,2760 kg CO₂/m², per la relació estalvi/preu aquesta es de llarg la proposta més efectiva de totes les contemplades anteriorment.

D'altra banda i per reforçar la meua hipòtesi, he fet també un estudi de l'amortització de les inversions requerides.

Per fer els càlculs he agafat el preu de l'energia actual de mercat basant-me en factures de la meua pròpia vivenda. I he considerat un préstec hipotecari per una comunitat lliure de càrregues, és a dir que no té cap més hipoteca sobre el bé immoble, obtenint un interès del 2.45%.

En base aquestes dades obtinc els següents resultats:

Conjunt de Millores	Amortització (Anys)
Millora d'obertures	173
ETICS en façana	9,3
Aïllament en coberta	1,4
Instal·lació calderes	15

Amb aquesta última taula de caràcter econòmic, veiem clarament que no ens sortiria rentable fer la inversió per substituir les obertures.

A més a més el CE3X també em proporciona el VAN (Valor Actual Net) de les inversions fetes amb les millores. En general es considera que una bona inversió es aquella que té un Van positiu (>0) ja que voldrà dir que ens aportarà beneficis econòmics. Aquests son els resultats obtinguts:

Conjunt de Millores	VAN (teòric)
Millora d'obertures	- 7.626,50 €
ETICS en façana	1.867,20 €
Aïllament en coberta	15.545,80 €
Instal·lació calderes	- 1.260,70 €

Podem veure que en la última taula apareixen dos resultats negatius, un es la inversió feta per les obertures, la qual cosa confirma que es una inversió que no ens aportarà cap benefici econòmic. La segona es la de substituir les calderes, amb un VAN també negatiu però no tant important com el primer, també dona a entendre que la inversió no és bona. Tanmateix crec que

es necessària ja que es la única que redueix les emissions per producció d'aigua calenta, i no cal oblidar que el VAN és calculat per cada inversió per separat, per tant si ajuntem les tres millores proposades, la inversió continua essent interessant.

Es cert també que aquí l'hi he donat un caire econòmic a la última part del treball, tenint en compte que per bé que la reducció sigui mínima les fusteries també contribueixen a reduir les emissions de diòxid de carboni, ni qui sigui en menor mesura.

5. CONCLUSIONS

Amb la realització d'aquest treball he arribat a diverses conclusions, es ben cert que hi ha uns quants treballs finals de grau orientats a la rehabilitació energètica, tanmateix penso que cada un és únic ja que cada edifici té unes prestacions, situació i característiques diferents.

En el cas de l'edifici que s'ha estudiat aquí, he pogut comprovar que la manera més eficient i ràpida de reduir les emissions de CO₂ que produïm és aïllar l'edifici de la millor manera possible, és a dir que tot segueix una cadena de factors, un bon aïllament permet reduir la demanda, es redueix alhora el consum i per tant les emissions. Només amb aquest aspecte hem aconseguit reduir pràcticament a la meitat el diòxid de carboni comparat a l'estat actual. Això em fa plantejar, que amb un bon plantejament energètic inicial molts problemes actuals desapareixerien. Un factor que m'ha sorprès enormement també és el gran impacte que té la coberta alhora de millorar les prestacions tèrmiques, en aquest cas podríem dir que per començar una rehabilitació energètica la coberta sí que és un bon inici.

A mig treball, però, m'ha sorgit un imprevist que ha fet canviar el rumb o si més no el que esperava trobar al final de l'estudi, les obertures. Personalment creia que eren un punt importantíssim per garantir l'estanqueïtat de la façana i he vist que, almenys en aquest cas, no ho eren. Com ja he comentat abans és cert que el CE3x i els protocols de Kyoto van de la mà, i el que mirem essencialment són els estalvis d'emissions de gasos, així que per aquesta banda no és just dir que les obertures no formen una part important del procés, ja que totes les millores sumen al nostre favor. Això m'ha fet plantejar una altra qüestió, si la millora de l'eficiència energètica l'hem d'obtenir a qualsevol preu.

I certament en aquest cas no valia la pena, aquí he barrejat dos conceptes que crec que van sempre junts tot i que potser no se'n parli tant, l'econòmic i el mediambiental. Per una part el mediambiental recull les reduccions d'emissions i l'estalvi energètic que fem en general, però ara, sense deixar de banda que això suposa una inversió que acostuma a ser important. Per això he cregut necessari en aquest treball final de grau barrejar els dos conceptes, no només limitar-me a donar totes les opcions per estalviar energia, sinó també les més viables en la situació que vivim avui en dia.

Per tant com a conclusió penso que no, que la rehabilitació no s'ha de fer a qualsevol preu, sinó que ha de ser una intervenció raonable i estudiada, de la mateixa manera que potser també s'haurien de començar a canviar hàbits de consum energètic excessiu, i que potser la rehabilitació que hem de fer és social, i aquesta sí que a qualsevol preu.

6. BIBLIOGRAFIA

"Rehabilitación. El edificio". Método RehabiMed. Barcelona: COAATB, 2007. Vol. 2.

Código Técnico de la Edificación, CTE (en línea) disponible a:
<http://www.codigotecnico.org/> (accés, Juny 2016)

El catàleg d'elements de rehabilitació de façanes de la casa ISOVER:
<https://www.isover.es/> (accés Juny 2016)

Les descripcions de les finestres i fusteries noves:
<http://www.kommerling.es/> (accés Juny 2016)

Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (en línia, PDF) disponible a:
http://territori.gencat.cat/web/.content/home/departament/normativa_i_documentacio/documentacio/habitatge_millora_urbana/habitatge/publicacions2/Construccio_i_qualitat_de_ledificacio/Guia-RE_CTPb.pdf (accés Juny 2016)

Per la realització dels pressupostos he fet servir el banc de dades del ITEC i el CYPE.

<http://itec.cat/nouBedec.c/bedec.aspx>

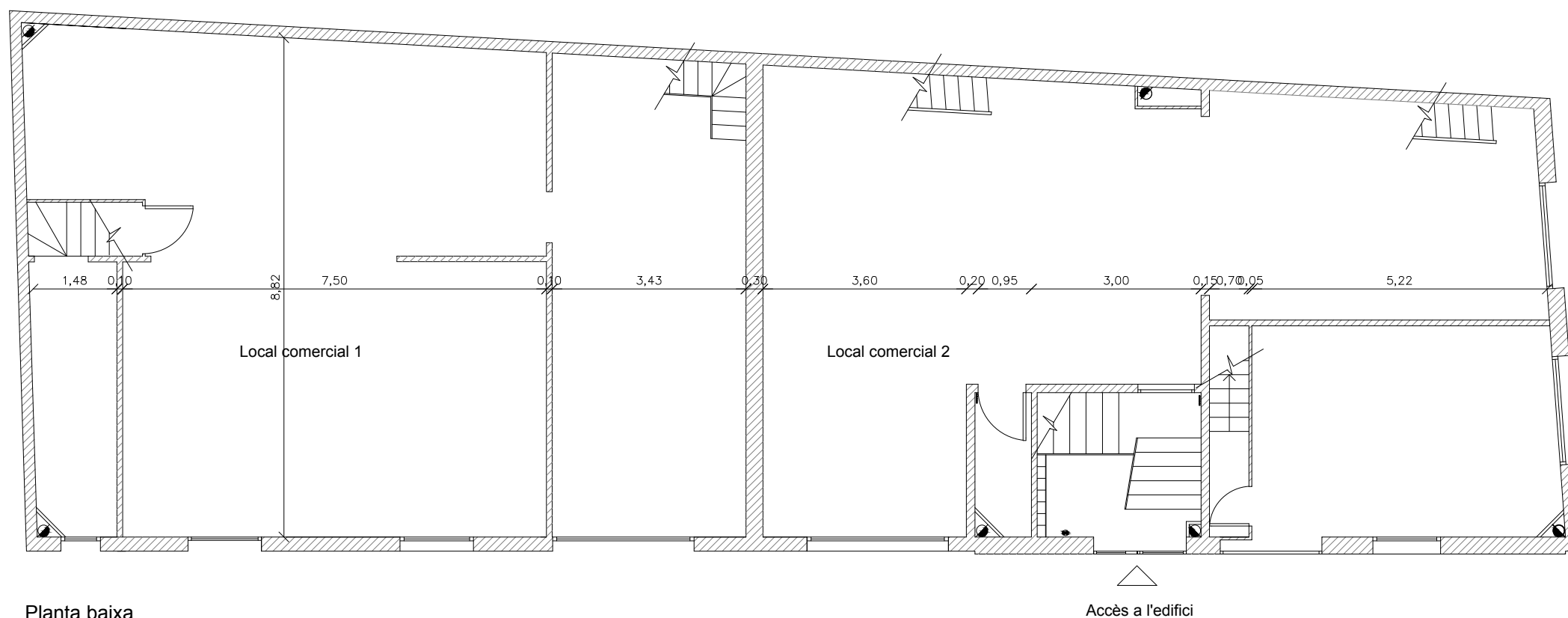
<http://www.generadordeprecios.info/>

7. AGRAÏMENTS

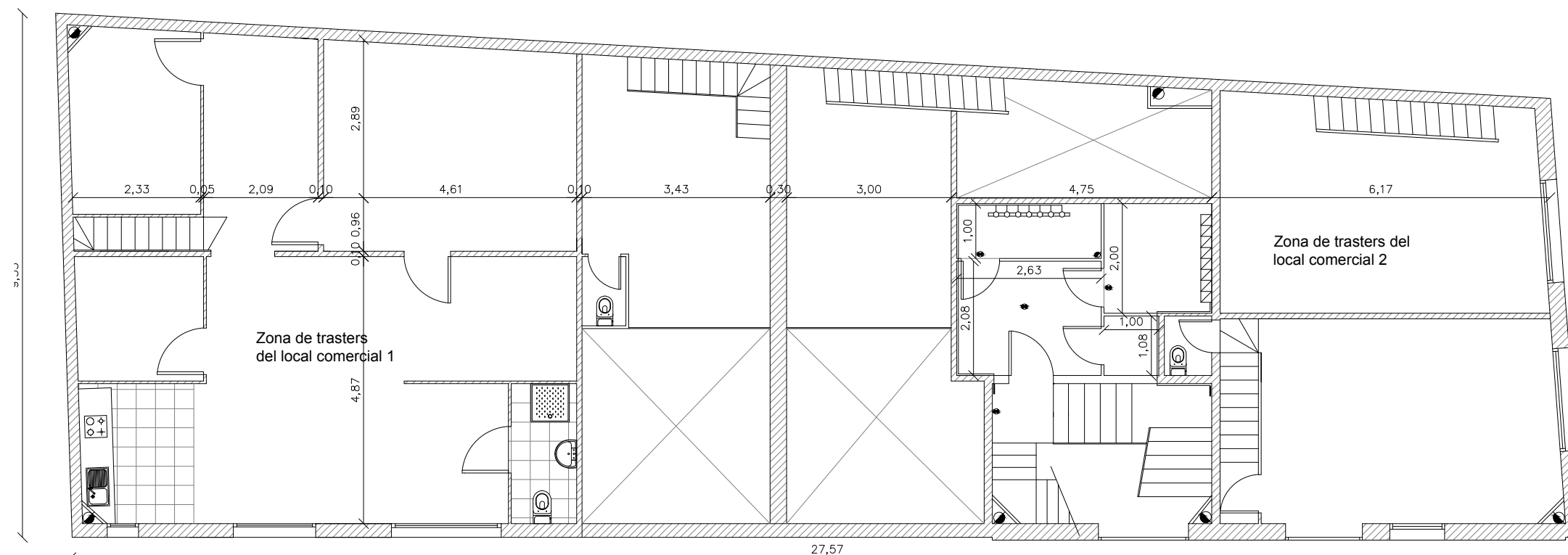
Voldria agrair a tota aquella gent que ha estat al meu costat durant, el que ha semblat, un any interminable. Gràcies als meus pares que m'han donat l'ajuda i la pressió que de vegades he necessitat per tirar endavant, als meus amics, per aguantar tots els meus dubtes i explicacions sense saber pràcticament ni de què els hi parlava, i a la meva parella, que havent passat ja pel mateix mai ha dubtat en donar-me un cop de mà. Gràcies també a la meva tutora i als membres del DAC de rehabilitació energètica, es un agraïment indirecte, ja que gràcies a ells he vist al que em vull dedicar.

8. ANNEXOS

8.1 ANNEX 1 : Plànols estat actual.



Planta baixa



Planta altells.

Documentació
gràfica de l'estat
actual de l'edifici.

Número de
plànol

01

Planta baixa i Planta dels altells.

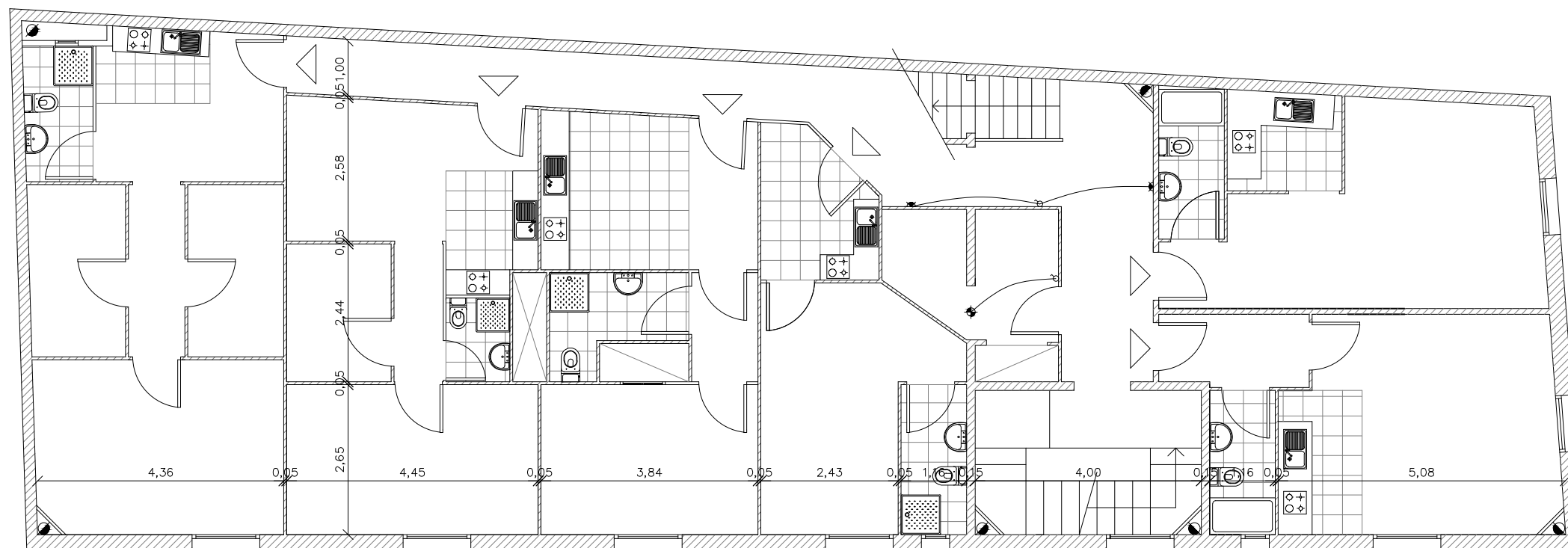
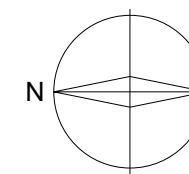
Escala 1/100

**GRAU EN ARQUITECTURA
TÈCNICA I EDIFICACIÓ**

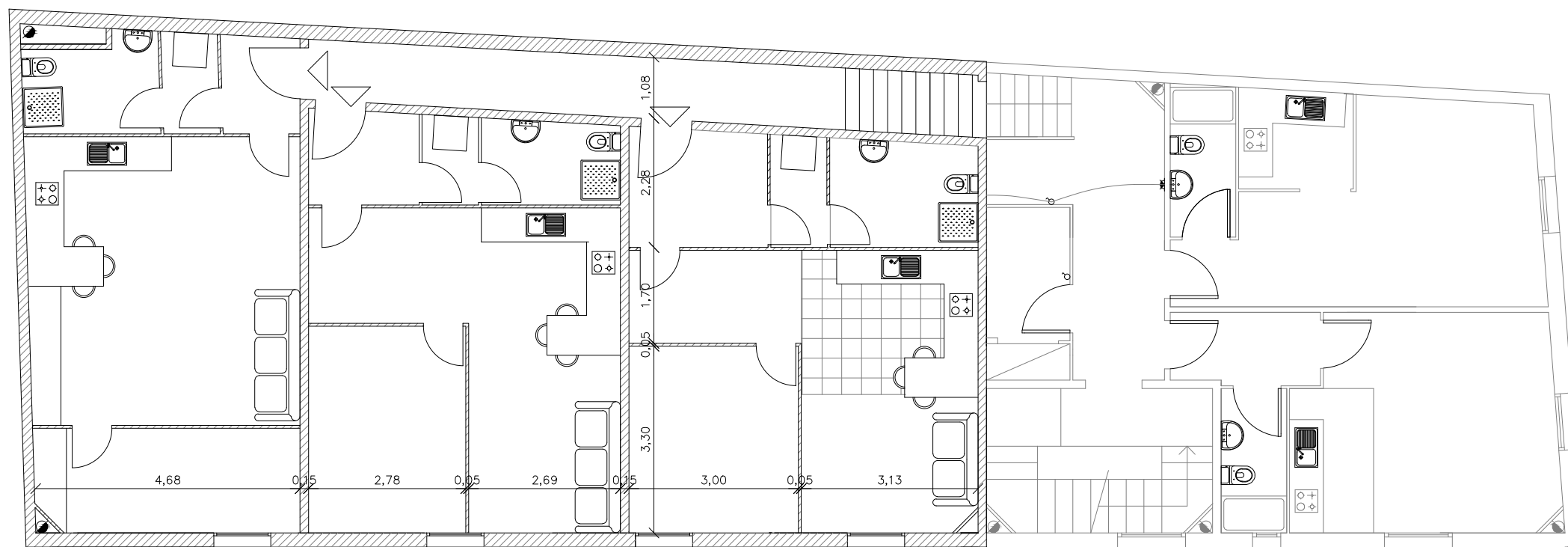
DIAGNOSI I PROPOSTA DE
REHABILITACIÓ ENERGÈTICA
D'UN EDIFICI DE VIVENDES A
B A R C E L O N A

Treball Final de Grau
C o n v o c a t ò r i a
J u n y / J u l i o l 2 0 1 6

Projectista: **MARTA GRAU SOLANOT**
Directora: **INMACULADA RODRIGUEZ
CANTALAPIEDRA**



Planta pis primer.



Planta pis segon A.

Documentació
gràfica de l'estat
actual de l'edifici.

Número de
plànol

02

Planta pis primer i planta pis segon A

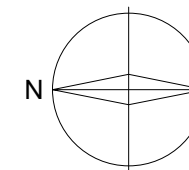
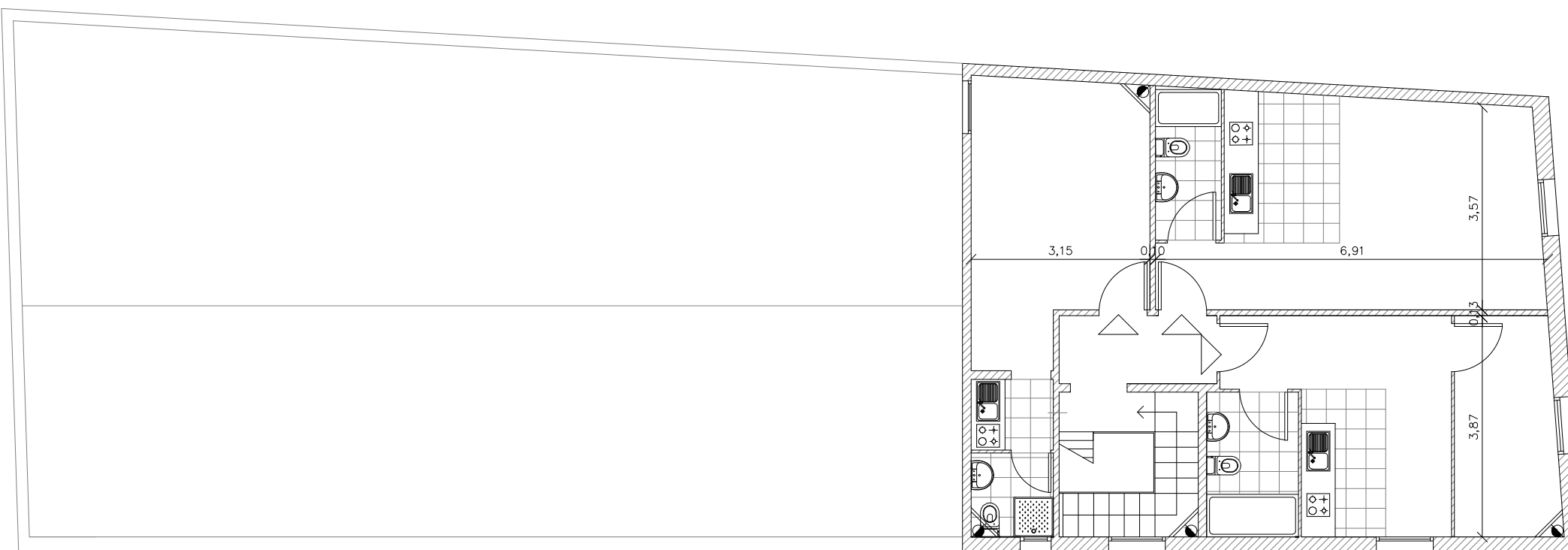
Escala 1/100

**GRAU EN ARQUITECTURA
TÈCNICA I EDIFICACIÓ**

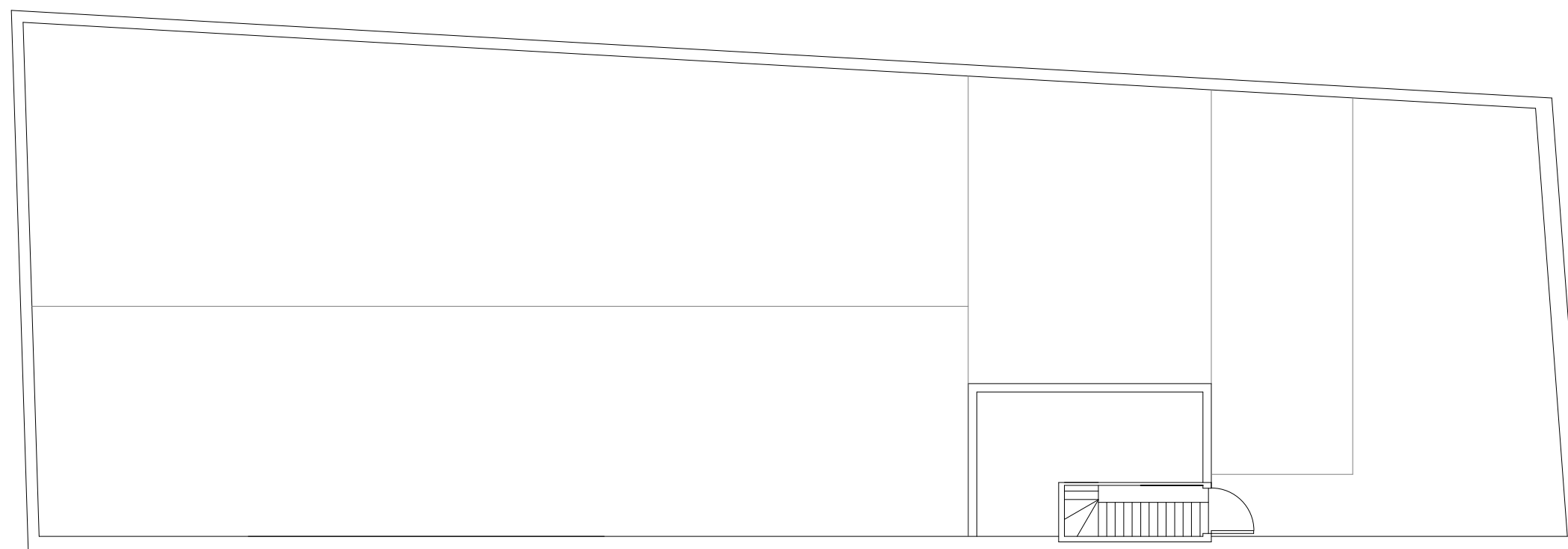
DIAGNOSI I PROPOSTA DE
REHABILITACIÓ ENERGÈTICA
D'UN EDIFICI DE VIVENDES A
B A R C E L O N A

Treball Final de Grau
C o n v o c a t ò r i a
J u n y / J u l i o l 2 0 1 6

Projectista: **MARTA GRAU SOLANOT**
Directora: **INMACULADA RODRIGUEZ
CANTALAPIEDRA**



Planta pis segon B.



Planta coberta.

Documentació
gràfica de l'estat
actual de l'edifici.

Número de
plànol

03

Planta baixa i Planta dels altells.

Escala 1/100

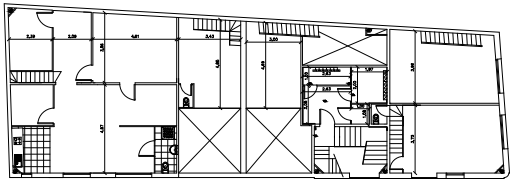
GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA I EDIFICACIÓ

DIAGNOSI I PROPOSTA DE
REHABILITACIÓ ENERGÈTICA
D'UN EDIFICI DE VIVENDES A
B A R C E L O N A

Treball Final de Grau
C o n v o c a t ò r i a
J u n y / J u l i o l 2 0 1 6

Projectista: **MARTA GRAU SOLANOT**

Directora: **INMACULADA RODRIGUEZ
CANTALAPIEDRA**



Alçat façana principal.

Documentació
gràfica de l'estat
actual de l'edifici.

Número de
plànol

04

Alçat façana principal

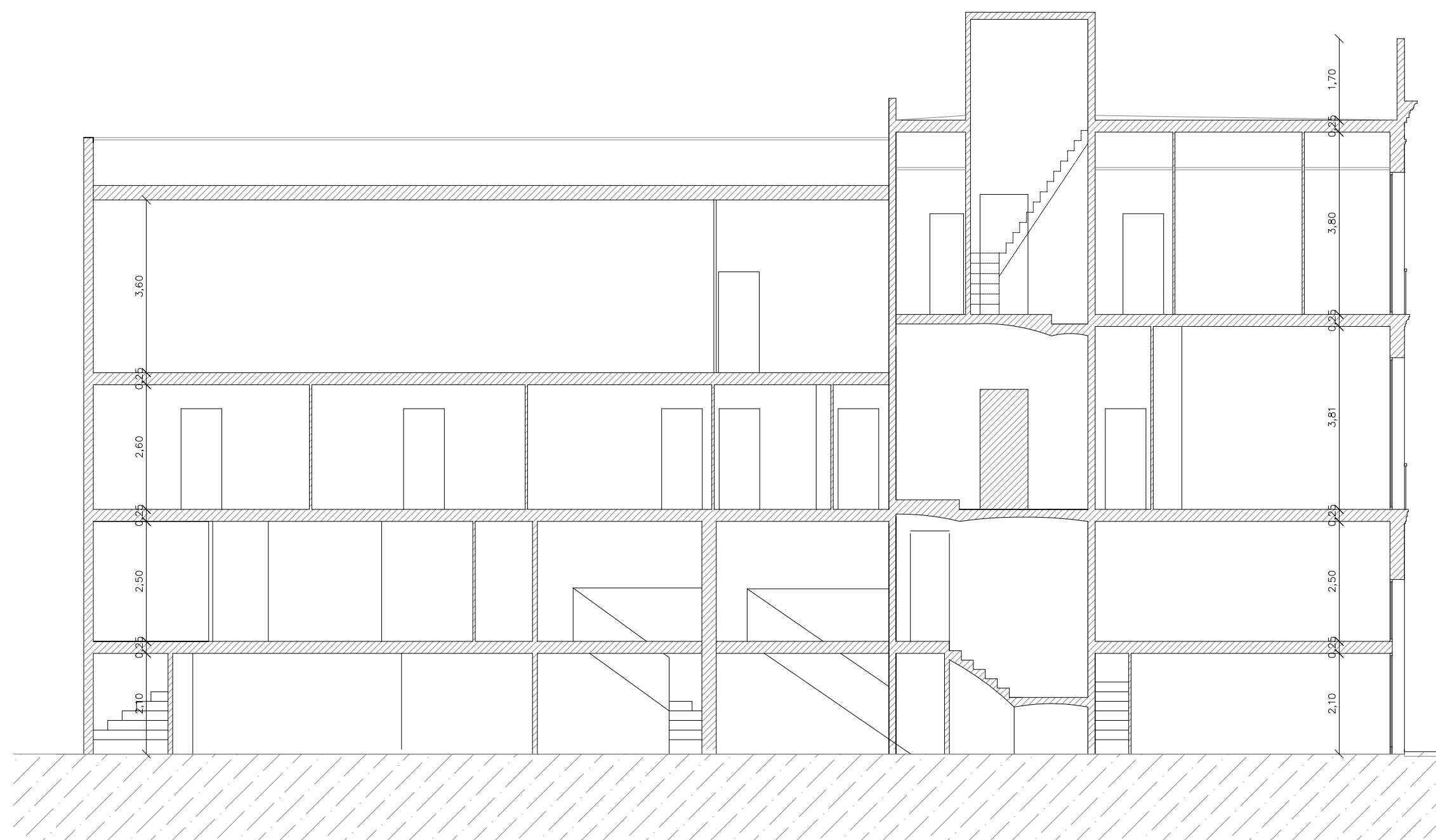
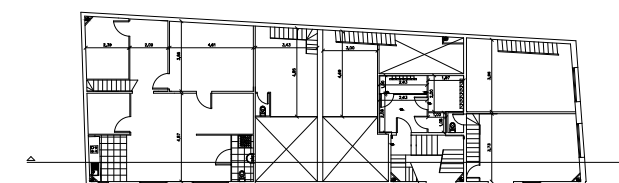
Escala 1/100

**GRAU EN ARQUITECTURA
TÈCNICA I EDIFICACIÓ**

DIAGNOSI I PROPOSTA DE
REHABILITACIÓ ENERGÈTICA
D'UN EDIFICI DE VIVENDES A
B A R C E L O N A

Treball Final de Grau
C o n v o c a t ò r i a
J u n y / J u l i o l 2 0 1 6

Projectista: **MARTA GRAU SOLANOT**
Directora: **INMACULADA RODRIGUEZ
CANTALAPIEDRA**



Secció longitudinal.

Documentació
gràfica de l'estat
actual de l'edifici.

Número de
plànol

05

Secció longitudinal

Escala 1/100

**GRAU EN ARQUITECTURA
TÈCNICA I EDIFICACIÓ**

DIAGNOSI I PROPOSTA DE
REHABILITACIÓ ENERGÈTICA
D'UN EDIFICI DE VIVENDES A
B A R C E L O N A

Treball Final de Grau
C o n v o c a t ò r i a
J u n y / J u l i o l 2 0 1 6

Projectista: **MARTA GRAU SOLANOT**

Directora: **INMACULADA RODRIGUEZ
CANTALAPIEDRA**

8.2 ANNEX 2 : Informe Certificació energètica estat actual.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Treball Final de Grau		
Dirección	c/ Sagunt, 2		
Municipio	Barcelona	Código Postal	08014
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	C2	Año construcción	1870
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7703314DF2870D0001QK		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input checked="" type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Marta Grau Solanot	NIF(NIE)	46973766S
Razón social	Marta Grau Solanot	NIF	46973766S
Domicilio	C/ Diputació, 413		
Municipio	BARCELONA	Código Postal	08013
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	graumarta.s@gmail.com	Teléfono	600301833
Titulación habilitante según normativa vigente	Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 26.8 A</div> <div>26.8-43.4 B</div> <div>43.4-67.3 C</div> <div>67.3-103.5 D</div> <div>103.5-212.9 E</div> <div>212.9-240.5 F</div> <div>≥ 240.5 G</div> </div> <div>105.7 E</div>	<div> <div>< 6.1 A</div> <div>6.1-9.9 B</div> <div>9.9-15.3 C</div> <div>15.3-23.5 D</div> <div>23.5-49.0 E</div> <div>49.0-57.3 F</div> <div>≥ 57.3 G</div> </div> <div>22.3 D</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/3/2016

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:



ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	1093.0
----------------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Coberta	Cubierta	240.72	2.63	Estimadas
Mur de Façana 1	Fachada	340.94	1.67	Conocidas
Mur de Façana 2	Fachada	92.24	1.67	Conocidas
Mitgera 1	Fachada	342.49	0.00	
Mitgera 2	Fachada	119.85	0.00	
Terra	Suelo	240.72	0.69	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Finestra 1	Hueco	2.64	5.70	0.69	Estimado	Estimado
Finestra 2	Hueco	1.8	5.70	0.69	Estimado	Estimado
Finestra 3	Hueco	4.4	5.70	0.69	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)	546.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equip ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C2	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 6.1A</div><div>6.1-9.9B</div><div>9.9-15.3C</div><div>15.3-23.5D</div><div>23.5-49.0E</div><div>49.0-57.3F</div><div>≥ 57.3G</div></div>	<div>22.3D</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	E	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	D		
		18.13		3.97			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]¹		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	A	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
				0.24		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0.24	257.46
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	22.09	24148.27

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 26.8 A</div><div>26.8-43.4 B</div><div>43.4-67.3 C</div><div>67.3-103.5 D</div><div>103.5-212.9 E</div><div>212.9-240.5 F</div><div>≥ 240.5 G</div></div>	<div>105.7 E</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	E		
		85.59		18.74			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]¹		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
				1.39		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 7.7 A</div><div>7.7-17.9 B</div><div>17.9-32.4 C</div><div>32.4-54.2 D</div><div>54.2-99.8 E</div><div>99.8-108.8 F</div><div>≥ 108.8 G</div></div>	<div>66.2 E</div>	<div><div>< 2.1 A</div><div>2.1-3.9 B</div><div>3.9-6.6 C</div><div>6.6-10.6 D</div><div>10.6-12.8 E</div><div>12.8-15.7 F</div><div>≥ 15.7 G</div></div>	<div>1.4 A</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido


ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	25/3/2016
---	-----------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

8.3 ANNEX 3. Certificats energètics post-reformes

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
ETICS en façana


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) S'instal·la un aïllament per l'exterior de la façana mitjançant el sistema ETICS.
Coste estimado de la medida 40818.78 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 26.8 A</div> <div>26.8-43.4 B</div> <div>43.4-67.3 C</div> <div>67.3-103.5 D</div> <div>103.5-212.9 E</div> <div>212.9-240.5 F</div> <div>≥ 240.5 G</div> </div>	<div> <div>< 6.1 A</div> <div>6.1-9.9 B</div> <div>9.9-15.3 C</div> <div>15.3-23.5 D</div> <div>23.5-49.0 E</div> <div>49.0-57.3 F</div> <div>≥ 57.3 G</div> </div>
64.86 C	13.68 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
<div> <div>< 7.7 A</div> <div>7.7-17.9 B</div> <div>17.9-32.4 C</div> <div>32.4-54.2 D</div> <div>54.2-99.8 E</div> <div>99.8-108.8 F</div> <div>≥ 108.8 G</div> </div>	<div> <div>< 2.1 A</div> <div>2.1-3.9 B</div> <div>3.9-6.6 C</div> <div>6.6-10.6 D</div> <div>10.6-12.8 E</div> <div>12.8-15.7 F</div> <div>≥ 15.7 G</div> </div>
34.65 D	1.33 A

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	37.66	47.6 %	0.67	6.3 %	15.75	0.0 %	-	- %	54.07	38.8 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	44.82	C 47.6 %	1.30	A 6.3 %	18.74	E 0.0 %	- -	- %	64.86	C 38.7 %
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	9.49	C 47.6 %	0.22	A 6.3 %	3.97	D 0.0 %	- -	- %	13.68	C 38.7 %
Demanda [kWh/m² año]	34.65	D 47.6 %	1.33	A 6.3 %						


ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Coberta	Cubierta	240.72	2.63	240.72	2.63
Mur de Façana 1	Fachada	340.94	1.67	340.94	0.00
Mur de Façana 2	Fachada	92.24	1.67	92.24	0.00
Mitgera 1	Fachada	342.49	0.00	342.49	0.00
Mitgera 2	Fachada	119.85	0.00	119.85	0.00
Terra	Suelo	240.72	0.69	240.72	0.69

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Finestra 1	Hueco	2.64	5.70	5.70	2.64	5.70	5.70
Finestra 2	Hueco	1.8	5.70	5.70	1.8	5.70	5.70
Finestra 3	Hueco	4.4	5.70	5.70	4.4	5.70	5.70

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equip ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8 %	-	Caldera Estándar	24.0	61.8 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Coberta


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) S'instal·la un aïllament per l'interior de la coberta
Coste estimado de la medida 2523.84 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 26.8 A</div> <div>26.8-43.4 B</div> <div>43.4-67.3 C</div> <div>67.3-103.5 D</div> <div>103.5-212.9 E</div> <div>212.9-240.5 F</div> <div>≥ 240.5 G</div> </div>	<div> <div>< 6.1 A</div> <div>6.1-9.9 B</div> <div>9.9-15.3 C</div> <div>15.3-23.5 D</div> <div>23.5-49.0 E</div> <div>49.0-57.3 F</div> <div>≥ 57.3 G</div> </div>
88.47 D	18.69 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
<div> <div>< 7.7 A</div> <div>7.7-17.9 B</div> <div>17.9-32.4 C</div> <div>32.4-54.2 D</div> <div>54.2-99.8 E</div> <div>99.8-108.8 F</div> <div>≥ 108.8 G</div> </div>	<div> <div>< 2.1 A</div> <div>2.1-3.9 B</div> <div>3.9-6.6 C</div> <div>6.6-10.6 D</div> <div>10.6-12.8 E</div> <div>12.8-15.7 F</div> <div>≥ 15.7 G</div> </div>
53.03 D	1.17 A

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	57.64	19.9 %	0.59	17.6 %	15.75	0.0 %	-	- %	73.97	16.3 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	68.59	D 19.9 %	1.15	A 17.6 %	18.74	E 0.0 %	- -	- %	88.47	D 16.3 %
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	14.52	D 19.9 %	0.19	A 17.6 %	3.97	D 0.0 %	- -	- %	18.69	D 16.3 %
Demanda [kWh/m² año]	53.03	D 19.9 %	1.17	A 17.6 %						


ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Coberta	Cubierta	240.72	2.63	240.72	0.00
Mur de Façana 1	Fachada	340.94	1.67	340.94	1.67
Mur de Façana 2	Fachada	92.24	1.67	92.24	1.67
Mitgera 1	Fachada	342.49	0.00	342.49	0.00
Mitgera 2	Fachada	119.85	0.00	119.85	0.00
Terra	Suelo	240.72	0.69	240.72	0.69

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Finestra 1	Hueco	2.64	5.70	5.70	2.64	5.70	5.70
Finestra 2	Hueco	1.8	5.70	5.70	1.8	5.70	5.70
Finestra 3	Hueco	4.4	5.70	5.70	4.4	5.70	5.70

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equip ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8 %	-	Caldera Estándar	24.0	61.8 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Instal·lacions


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Calderes per ACS
Coste estimado de la medida 3396.06 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 26.8 A</div> <div>26.8-43.4 B</div> <div>43.4-67.3 C</div> <div>67.3-103.5 D</div> <div>103.5-212.9 E</div> <div>212.9-240.5 F</div> <div>≥ 240.5 G</div> </div>	<div> <div>< 6.1 A</div> <div>6.1-9.9 B</div> <div>9.9-15.3 C</div> <div>15.3-23.5 D</div> <div>23.5-49.0 E</div> <div>49.0-57.3 F</div> <div>≥ 57.3 G</div> </div>
106.0 E	21.58 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
<div> <div>< 7.7 A</div> <div>7.7-17.9 B</div> <div>17.9-32.4 C</div> <div>32.4-54.2 D</div> <div>54.2-99.8 E</div> <div>99.8-108.8 F</div> <div>≥ 108.8 G</div> </div>	<div> <div>< 2.1 A</div> <div>2.1-3.9 B</div> <div>3.9-6.6 C</div> <div>6.6-10.6 D</div> <div>10.6-12.8 E</div> <div>12.8-15.7 F</div> <div>≥ 15.7 G</div> </div>
66.17 E	1.42 A

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	71.93	0.0 %	0.71	0.0 %	9.73	38.2 %	-	- %	82.37	6.8 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	85.59 E	0.0 %	1.39 A	0.0 %	19.01 E	-1.5 %	- -	- %	106.00 E	-0.3 %
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	18.13 E	0.0 %	0.24 A	0.0 %	3.22 C	18.8 %	- -	- %	21.58 D	3.3 %
Demanda [kWh/m² año]	66.17 E	0.0 %	1.42 A	0.0 %						


ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Coberta	Cubierta	240.72	2.63	240.72	2.63
Mur de Façana 1	Fachada	340.94	1.67	340.94	1.67
Mur de Façana 2	Fachada	92.24	1.67	92.24	1.67
Mitgera 1	Fachada	342.49	0.00	342.49	0.00
Mitgera 2	Fachada	119.85	0.00	119.85	0.00
Terra	Suelo	240.72	0.69	240.72	0.69

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Finestra 1	Hueco	2.64	5.70	5.70	2.64	5.70	5.70
Finestra 2	Hueco	1.8	5.70	5.70	1.8	5.70	5.70
Finestra 3	Hueco	4.4	5.70	5.70	4.4	5.70	5.70

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7703314DF2870D0001QK	Versión informe asociado	25/3/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	20/6/2016

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equip ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8 %	-	Caldera Estándar		100.0 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-